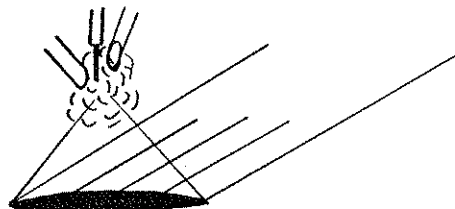
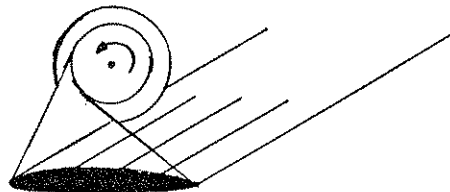
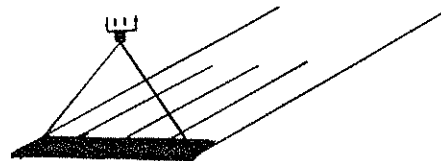


**SVERIGES  
LANTBRUKSUNIVERSITET**

## **Centrifugalspridare och lufttillsatsspridare – en jämförelse med hydrauliska spridare vid bandsprutning**

**Rotary atomizers and air-assisted nozzles compared to  
hydraulic nozzles in band spraying**

**Mats Olsson**



---

**Institutionen för  
lantbruksteknik**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Agricultural  
Engineering**

**Rapport 107  
Report**

**Uppsala 1986**

ISSN 0283-0086

ISBN 91-576-2709-6

## FÖRORD

Denna undersökning är gjord som examensarbete, enligt fordringarna för agromexamen, på institutionen för arbetsmetodik och teknik (AT) vid Sveriges lantbruksuniversitet.

Undersökningen, som är resultatet av ett samarbete mellan Sockerbolagets Jordbrukstekniska avdelning (JT) och AT, har finansierats av AT, JT och Stiftelsen Svensk Sockerbetsforskning. Syftet har varit att, i fält och på laboratorium, jämföra olika centrifugalspridare och en lufttillsatsspridare med konventionella hydrauliska spridare.

Ett varmt tack vill jag rikta till min handledare, Kjell Svensson, som stött mig och lett mig på rätt spår under arbetets gång, samt till Åke Wext som hjälpt mig med fältförsöken. Ett stort tack är jag också skyldig verkstadspersonal och övrig personal på både JT och AT, samt alla övriga som bistått med utrustning, goda idéer eller på annat sätt hjälpt mig i arbetet.

Uppsala i mars 1984

Mats Olsson

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
1. Sammanfattning	4
2. Summary	5
3. Inledning	6
3.1. Bakgrund	6
3.2. Motiv till undersökningen	6
3.3. Undersökningens huvudmoment	6
4. Litteraturöversikt	7
4.1. CDA	7
4.2. Centrifugalspridare	8
4.3. Bandsprutning	8
5. Försöksuppläggning	11
5.1. Förutsättningar, avsikter och planering	11
5.2. Försöksutrustning	12
5.3. Förberedelser	18
5.4. Genomförande	20
6. Resultat	23
6.1. Allmänt	23
6.2. Fältförsök	23
6.3. Droppstorleksbestämning	31
7. Felkällor	32
7.1. Fältförsöken	32
7.2. Droppstorleksbestämningen	32
8. Diskussion	32
8.1. Egna slutsatser och synpunkter	32
8.2. Förslag på fortsatta undersökningar	34
9. Litteraturförteckning	34
Bilagor	

## 1. SAMMANFATTNING

Undersökningen är utförd som examensarbete vid Institutionen för lantbrukets arbetsmetodik och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet, i samarbete med Sockerbolagets jordbrukstekniska avdelning.

Eftersom tidigare svenska undersökningar visat att bandsprutning med små vätskemängder (30-60 l/ha) kan ge lika bra resultat som sprutning med konventionella vätskemängder (ca 200 l/ha), finns intresse för en sprututrustning som klarar av att fördela små vätskemängder på ett driftsäkert sätt.

Avsikten var att göra en prestandaanalys av en ny svensk prototyp till luftturbindriven centrifugalspridare, använd i bandsprutning av sockerbeter. Undersökningen omfattade också två andra centrifugalspridare och en lufttillsatsspridare i jämförelse med två typer av spaltspridare.

Två fältförsök, där varje spridare användes med olika vätskemängder, utfördes för att utröna huruvida eventuella skillnader i biologisk effekt förelåg. Skillnaderna var små och endast i något fall signifikanta. En tendens till bättre och jämnare effekt av bredsprutning fanns emellertid.

Droppstorleksbestämning gjordes med laserinstrument. Resultaten stämde väl med vad man enligt teorin kan vänta sig vid variation av tryck, flöde och plats i duschen. För lufttillsatsspridaren konstaterades droppstorleken vara så liten som ca 50  $\mu$ m. En jämförelse av försöksled med samma vätskemängd, dvs samma koncentration, visar inte entydigt på bättre ogräseffekt (m.a.p. ogräsvikt) av små droppar än av stora droppar, även om tendenser finns.

Rent tekniskt hade den luftturbindrivna centrifugalspridaren vissa brister. Varvtalet varierade kraftigt och avskärmningen orsakade dropp. Lufttillsatsspridaren visade sig känslig för förroreningar i sprutvätskan, såtillvida att den lätt sattes igen. Girojet hade för stor spridningsvinkel och var därför inte väl lämpad för bandsprutning.

## 2. SUMMARY

The investigation was conducted as a part of the requirements for a Masters Degree in Agriculture at the Swedish University of Agricultural Sciences. The work is a result of cooperation between the Department of Agricultural Engineering and The Swedish Sugar Company.

Earlier Swedish investigations have indicated that band spraying with small volume rates (30-60 l/ha) can produce a result as good as when spraying with conventional volume rates (about 200 l/ha). Therefore, there is an interest to find an equipment able to distribute small volume rates of spray in a reliable way.

The intention was to compare a new Swedish air-turbine-powered rotary atomizer to two other rotary atomizers, two flat fan nozzles and one air atomizing nozzle in band spraying in sugarbeet.

The nozzles were used in two field trials with different combinations of spray rates, liquid pressure and, where appropriate, air pressure. The trials were conducted in order to elucidate differences in biological effect. The differences were small and only in some cases significant. There was however a tendency towards better and more even effect to the overall spraying with SS 11001 which was included as a comparison.

Droplet size was determined with a laser instrument and the results were in very good accordance with what one can expect when varying pressure, flow rate and measuring point in the spray. All the centrifugal nozzles gave a more narrow drop size spectrum than the hydraulic nozzles, though partly dependent on where the measurement was carried out in the spray. The air atomizing nozzle gave a droplet size as small as 50  $\mu$ m.

A comparison of treatments with the same amount of spray, i.e. the same herbicide concentration, does not distinctly show better weed control of small droplets than of big ones.

The air-turbine-powered rotary atomizer showed some technical disadvantages. Disc rotational speed varied a lot and the screening caused drop.

The air atomizing nozzle was very sensible to contaminations in the spray and was easily clogged up. Girojet was not very well suited for band spraying due to the wide spray angle.

### 3. INLEDNING

#### 3.1. Bakgrund

Jämfört med bredsprutning, kräver bandsprutning av sockerbetor extra investeringar i form av maskinell utrustning. Bandsprutning tar också längre tid att utföra än bredsprutning, samt kräver ofta att sådden genomförs särskilt omsorgsfullt. Radhackning blir med bandsprutning ett nödvändigt arbetsmoment.

Under åren 1981, -82 och -83 bandsprutades respektive 29, 35 och 39 procent av sockerbetsarealen. Den huvudsakliga anledningen till denna utveckling är de höga kostnaderna för ogräsbekämpningsmedel. Preparatinbesparingen som kan göras vid bandsprutning betalar ganska snabbt de extra kostnader som antyds ovan. Detta under förutsättning att bekämpningsresultatet blir fullgott.

Mot denna bakgrund är det lätt att förstå att det föreligger ett behov av att, på ett tekniskt väl fungerande sätt, fördela ogräspreparat vid bandsprutning

#### 3.2. Motiv till undersökningen

Användning av små vätskemängder vid bandsprutning i sockerbetor nödvändiggörs av att vissa preparat måste ha en viss koncentrationsgrad för att inte ge fällningar. Dessutom är det från rationaliseringssynpunkt intressant för lantbrukaren att hantera små vätskemängder, då detta spar mycket tid.

Vid Sockerbolagets Jordbrukstekniska avdelning har under åren 1981 och 1982 en centrifugalspridare, anpassad till bandsprutning, använts för ogräsbekämpning i sockerbetor. Målet har varit att söka fördela ogräspreparatet via små vätskemängder. Resultaten av dessa undersökningar har visat att centrifugalspridaren givit lika bra eller t o m bättre ogräseffekter än konventionella hydrauliska spridare.

Den spridare som använts, är i sitt grundutförande avsedd att monteras på en vanlig sprutbom, för att nyttjas till bredsprutning. I grundutförandet, såväl som i det för bandsprutning anpassade utförandet, drivs spridaren av en elmotor via en lintransmission. Detta drivningssätt, såväl som vätskeförsörjningen, är svaga punkter hos spridaren ifråga.

Under 1982 provades vid Sockerbolaget också en lufttillsatsspridare i ett observationsförsök med olika sprutmunstycken. Behandlingseffekten blev god och spridaren visade sig kunna arbeta med små vätskemängder.

Ett nytt svenskt koncept till centrifugalspridare förefaller att kunna bemästra de problem som uppstått med tidigare centrifugalspridare. Spridaren, som vid undersökningens början nyligen var patenterad och således aldrig tidigare provad, är luftturbindriven. En prototyp anpassad för bandsprutning tillverkades under våren 1983. Den användes senare under våren och sommaren i en undersökning tillsammans med andra centrifugalspridare, vid jämförelser med spaltspridare.

#### 3.3. Undersökningens huvudmoment

Undersökningen omfattade tre centrifugalspridare och en lufttillsatsspridare i jämförelse med två spaltspridare.

Moment 1 bestod i att utföra fältförsök under försommar och sommar, för att konstatera skillnader i ogräseffekt mellan de sex spridarutrustningarna.

Moment 2 omfattade droppstorleksbestämning på laboratorium.

#### 4. LITTERATURÖVERSIKT

##### 4.1. CDA

Det breda droppstorleksspektrum som konventionella hydrauliska spridare producerar, är i många besprutningssituationer ogynnsamt. Nackdelar såsom vindavdrift av smådroppar och avrinning av stora droppar kan nämnas. En sprutdusch med samtliga droppar lika stora vore idealisk från flera synpunkter. Enligt Bals (1979) och Patel (1981) är detta en grundförutsättning för uppnående av jämn fördelning av pesticider på målet.

CDA är en förkortning av det engelska uttrycket "Controlled Droplet Application". Översatt till svenska betyder detta: applicering av kontrollerade droppar. Att dropparna till sin storlek är kontrollerade, är emellertid inget tillräckligt villkor för CDA. Duschens droppstorleksspektrum måste dessutom vara smalt, dvs alla droppar skall ha tillnärmelsevis samma storlek. CDA har kommit att bli den allvarligaste utmaningen mot de hydrauliska spridarna, då man under senare år börjat söka nya lösningar för spridning av bekämpningsmedel i lantbruket.

Enligt Bals (1978) bör en besprutning grundas på studier av det biologiska målet. Härvid bestäms först vilken storlek dropparna bör ha för optimal vidhäftning. Därefter vilken vätskevolym/ha som fordras för att uppnå önskad dropptäthet. Till sist avpassas koncentrationen på sprutvätskan med hänsyn tagen till den använda pesticiden. En väl fungerande CDA-spridare skall i stort sett endast producera droppar av den valda storleken. Detta innebär att vätskevolymen/ha kan sänkas jämfört med den volym som används till hydrauliska spridare.

Huvudprinciperna för CDA kan sammanfattningsvis sägas vara (Ministry of..., 1981):

- Droppstorlek och dropptäthet anpassade för det biologiska målet
- Smalt droppstorleksspektrum
- Så lite vätska som möjligt under bibehållande av optimalt resultat

Den för CDA-tekniken rekommenderade droppstorleken ges i tabell 1.

Tabell 1. Rekommenderad droppstorlek vid olika besprutningar med CDA-teknik (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, 1981)

Preparat	Droppstorlek (um)
Fungicider, insekticider	50 - 100
Herbicider	250

Den för avsättningen optimala droppstorleken, vid olika biologiska mål, ges i tabell 2.

Tabell 2. Optimal droppstorlek vid olika biologiska mål (Matthews, 1979 b)

Mål	Droppstorlek (um)
Flygande insekter	10 - 50
Insekter på bladverket	30 - 50
Bladverket	40 - 100
Jorden	250 - 500

#### 4.2. Centrifugalspridare

Intimt förknippad med idén om CDA är centrifugalspridarna. Centrifugalspridare i ett eller annat utförande har visat sig vara det i fält bäst fungerande sättet att alstra kontrollerbara droppar (Matthews, 1979 a). De har även visat sig kapabla att producera sprutduschar med betydligt smalare droppstorleksspektrum än de hydrauliska spridarna (Matthews, 1979 a; Taylor m fl, 1976).

Centrifugalspridare har använts för spridning av pesticider i nära 30 år. Det huvudsakliga användningsområdet har varit insektsbekämpning i tropikerna med hjälp av handburen och flygburen utrustning. Centrifugalspridare anpassade till lantbrukssprutor har låtit vänta på sig pga svårigheter att uppnå tillräckligt högt vätskeflöde med bibehållande av god droppstorleksfördelning (Frost, 1981).

Centrifugalspridarens arbetssätt är i princip följande: En roterande tallrik, kopp eller liknande tillförs vätska så nära kroppens centrum som möjligt. Under inverkan av centrifugalkrafter kommer vätskan att slungas mot den roterande kroppens kant, där droppbildningen sker, för att sedan fortsätta i tangentens riktning.

Såväl droppbildningens teori som teoretiska samband för förutsägande av droppbildningssätt och droppstorlek, är översiktligt behandlade av Nilsson (1983).

Den droppstorlek som erhålls med centrifugalspridare är beroende av varvtal, flöde, spriddiameter samt av vätskans viskositet, densitet och ytspänning. Då de fyra sistnämnda faktorerna oftast är konstanta vid besprutning, kan generellt om droppstorlek sägas:

- Droppstorleken minskar med minskat flöde vid konstant varvtal.
- Bredden på droppstorleksspektrat ökar med ökat flöde.

#### 4.3. Bandsprutning

##### 4.3.1. Allmänt

Bandsprutning innebär att ett band, av önskad bredd, besprutas mitt över raden i radodlade grödor. Tekniken kan användas där man har möjlighet att på mekanisk väg rensa bort ogräs mellan raderna. I Sverige har bandsprutningstekniken sitt huvudsakliga användningsområde i sockerbeter. Andra grödor, såsom fältmässigt odlade köksväxter, majs, raps m m, kan också bandsprutas.

Bandsprutning kan utföras som ett separat arbetsmoment efter sådd, eller samtidigt med sådd som en kombinerad operation. Enligt Nilsson (1983), användes bandsprutning i samband med sådd flitigt redan i början på 1960-talet i Sverige. Av olika anledningar kom metoden att minska i omfattning under några år, för att under senare delen av 1970-talet skjuta ny fart och då till största delen som separat arbetsmoment. Som tidigare nämnts användes bandsprutning på 39 % av den svenska sockerbetsarealen 1983.

##### 4.3.2. Utvecklingsvägar

I England, där bandsprutning användes i stor utsträcking, tog utvecklingen en ny väg i slutet av 1970-talet. Bandsprutningen minskade i omfattning och istället började en ny metod att användas. Den nya metoden innebär upprepade bredsprutningar med låg dos, låg vätskemängd och högt tryck. Enligt Kennedy (1981; 1982) var metoden i allmän och framgångsrik användning vid 1980-talets början.



Bandsprutning ansågs i England såsom en tidsödande metod som krävde stor noggrannhet vid kalibrering och injustering samt stor uppmärksamhet vid körningen. Det visade sig svårt att hinna med ogräsbekämpningen på hjärtbladsstadiet, vilket är viktigt vid ogräsbekämpning i sockerbetor (Madge, 1982; Kennedy, 1982). Upprepade sprutningar med bredspruta, där vätskevolym och preparatmängd minskats i samma proportioner (oftast till 1/3, ca 80 l vätska/ha) för bibehållande av samma koncentration, och där trycket höjts (oftast till ca 500 kPa), har visat sig ge ett bättre resultat, såväl ekonomiskt som biologiskt. Kennedy (1981), Smith (1983) och Madge (1982) är alla överens om att det är den större kapaciteten och därav följande möjligheten till behandling i rätt tid, som är nyckeln till framgången. Näst viktigast för det goda resultatet anses vara den högre retention som erhålls då små munstycken och höga tryck (dvs små droppar) används. Tester har visat att retentionen har blivit upp till tre gånger större jämfört med konventionell sprutteknik (Kennedy, 1982). För att undvika brännskador på betorna är det då nödvändigt att bibehålla samma koncentrationsgrad på sprutvätskan. Behandlingarna upprepas oftast 2-4 gånger med 7-10 dagars mellanrum eller då nya ogräs uppträder på hjärtbladsstadiet.

I Sverige däremot, har bandsprutningstekniken utvecklats vidare. För att göra bandsprutningen till en snabb arbetsoperation, har utvecklingen gått mot större arbetsbredder. Ett system där bandsprutan gjorts självstyrande har samtidigt utvecklats. Ett hjul med specialprofil följer ett vid sådden anlagt spår i marken. På så sätt kan höga hastigheter och stor precision erhållas utan större ansträngning för föraren.

4.3.2.1. Försöksresultat erhållna med sprutning enligt engelsk metod. - Breay (1981) provade 1980 fem olika små munstycken vid 550 kPa, 112 l/ha och 3,5 l/ha Betanal E. De jämfördes med ett större munstycke vid 200 kPa, 240 l/ha och 3,5 eller 10 l/ha (full standarddos) Betanal E. Syftet var att undersöka om metoden med högt tryck, låg volym och låg dos ger resultat jämförbara med full dos applicerad med normalt tryck och normal volym. Resultaten redovisas i tabell 3.

Tabell 3. Ogräseffekt av olika volym, tryck och dos (efter Breay, 1981)

Munstycke	Volym (l/ha)	Tryck (kPa)	Dos vid behandling (l Betanal E/ha)	Ogräseffekt <sup>*)</sup>			
				Utan jord- herbicid		Med jord- herbicid	
				1 <sup>+) 1)</sup>	2 <sup>+) 2)</sup>	1	2
8001	112	550	3,5	5,6	3,4	2,3	1,7
800067	112	550	3,5	5,9	3,1	3,2	1,2
D3-24	112	550	3,5	5,9	3,1	2,9	1,3
D2-13	112	550	3,5	6,1	3,1	3,0	1,3
REX 8-10	112	550	3,5	6,1	2,9	2,2	1,0
8003	240	200	10,0	5,7	2,6	1,8	1,0
8003	240	200	3,5	6,4	3,7	3,3	1,5

<sup>\*)</sup> Skala mellan 0-9 där: 0 = allt ogräs helt dött

9 = allt ogräs helt oberört

<sup>+) 2)</sup> Antal behandlingar med Betanal E

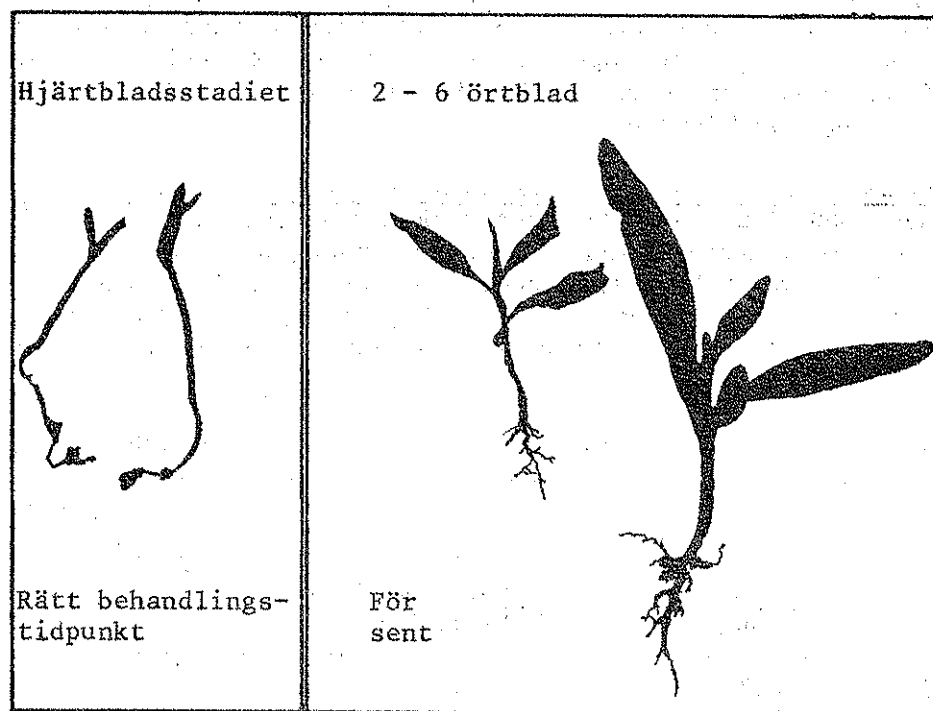
Ur tabellen kan bl a konstateras att 3,5 l/ha Betanal E i 112 l/ha och vid 550 kPa tryck, var effektivare än samma dos sprutad med 240 l/ha och 200 kPa. Det framgår också att fulldos-behandlingen var något effektivare än övriga.

För att belysa vikten av besprutning utförd i hjärtbladsstadiet, redovisar Madge (1982) följande, tabell 4:

Tabell 4. Antal kvarvarande ogräs/m<sup>2</sup> vid behandling i olika utvecklingsstadier (Madge, 1982).

Herbicid och vätskevolym (l/ha)	Storlek på ogräs vid behandling		
	Hjärtbladsstadiet	2-4 örtblad	4-6 örtblad
<u>Betanal E</u>			
60	2	5	7
120	2	2	8
<u>Betanal E + olja</u>			
60	1	3	5
120	1	2	3

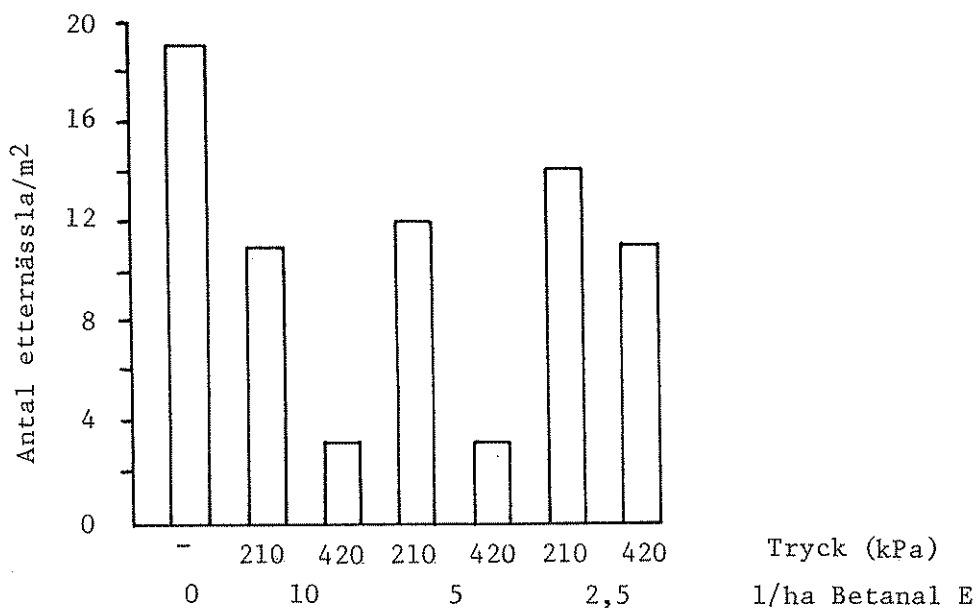
I tabellen syns det tydligt att det är lättast att döda späda ogräs. Figur 1 visar lämpligt utvecklingsstadium för ogräsbekämpning.



Figur 1. Lämpligt utvecklingsstadium för trampört vid kemisk bekämpning i sockerbetor (Madge, 1982).

May (1982) redovisar ett försök där 1/4-dos Goltix (1,25 kg/ha) sprutats fyra gånger, dels i 60 l/ha och dels i 240 l/ha varje gång. Försöket utfördes för att belysa betydelsen av koncentration och vätskevolym. Med (4x60) l/ha erhöles ca 88 % ogräseffekt och med (4x240) l/ha erhöles ca 64 % effekt. Detta visar att det vid reducerad dos är lämpligt att behålla den koncentrationsgrad som skulle ha använts med full dos (5 kg) i 240 l/ha.

I figur 2 redovisas tryckets betydelse vid enkel behandling med Betanal E (May, 1982). Hel-, halv- och 1/4-dos sprutades i 240, 120 och 60 l/ha respektive, dvs med samma koncentration. Trycket var 210 och 420 kPa. Den bättre effekten vid det höga trycket sammanhänger förmodligen med bättre täckningsgrad och retention.



Figur 2. Tryckets betydelse för behandlingsresultatet då olika doser Betanal E sprutas med konstant koncentration (May, 1982).

#### 4.3.3. Bandsprutning med centrifugalspridare

Att använda centrifugalspridare i bandsprutning tycks inte vara någon vanlig företeelse, åtminstone inte hitintills. Endast två undersökningar har stått att finna. Nilsson (1983) och Roehl (1982) har båda använt en Micromax-spridare vid bandsprutning i sockerbetor. Roehl, som använde Micromax med huvudaxeln i vertikalt läge och avskärmat så att ett 20 cm band behandlades, rapporterar emellertid inga resultat eftersom behandlingseffekten var så gott som obefintlig. Spridaren som kastade dropparna horisontellt, i en mängd av 2,8 l/ha, användes under mycket blåsiga förhållanden (7 m/s i vindbyarna) och det kan förmodas att dropparna hamnat överallt utom där de skulle.

Nilsson däremot, gjorde framgångsrika försök 1981 då han jämförde Micromax med en konventionell spaltspridare och en virvelkammerspridare. Micromax-spridaren låg här med huvudaxeln horisontellt så att vätskeduschen spreds vertikalt nedåt. Signifikant bättre effekt erhöles, på summa vikt av raps och senap, för Micromax jämförd med virvelkammerspridaren i alla led där samma dos (3 l/ha Betanal) användes. Det går i Nilsson's undersökning också att härleda en viss del av ogräseffekten till den högre preparatkoncentration som erhålls med små vätskemängder.

## 5. FÖRSÖKSUPPLÄGGNING

### 5.1. Förutsättningar, avsikter och planering

Avsikten med undersökningen var att göra en prestandaanalys av en luftturbin-driven centrifugalspridare i jämförelse med andra centrifugalspridare, lufttillsatsspridare och spaltspridare vid bandsprutning i sockerbetor. Inledande fältförsök på Sockerbolaget, för studium av biologisk effekt, avsågs att följas upp med en droppstorleksbestämning på AT:s laboratorium.

Den luftturbindrivna centrifugalspridaren hade aldrig tidigare använts varken i försök eller praktisk drift. Målet med undersökningen var emellertid inte att ta fram en färdigutvecklad spridare, utan att ge synpunkter på och modifiera dess utformning, så att funktionen skulle bli tillfredsställande i bandsprutning.

Avsikten var att göra ett fältförsök vid normal tid för ogräsbekämpning i sockerbetor (i fortsättningen benämnt "vårförsöket") följt av ett sommarförsök där raps och senap såtts in i sent sådda betor. Droppstorleksbestämningen skulle utföras mellan de två försöken, för att vid sommarförsöket kunna styra droppstorleken till önskad storlek. Krånglande utrustning medförde emellertid att droppstorleksbestämningen uppsköts till efterföljande vinter.

En fransk centrifugalspridare, Girojet, var tänkt att ingå i både vår- och sommarförsök, men kunde pga för sen beställning inte ingå i vårförsöket.

## 5.2. Försöksutrustning

### 5.2.1. Använda spridare

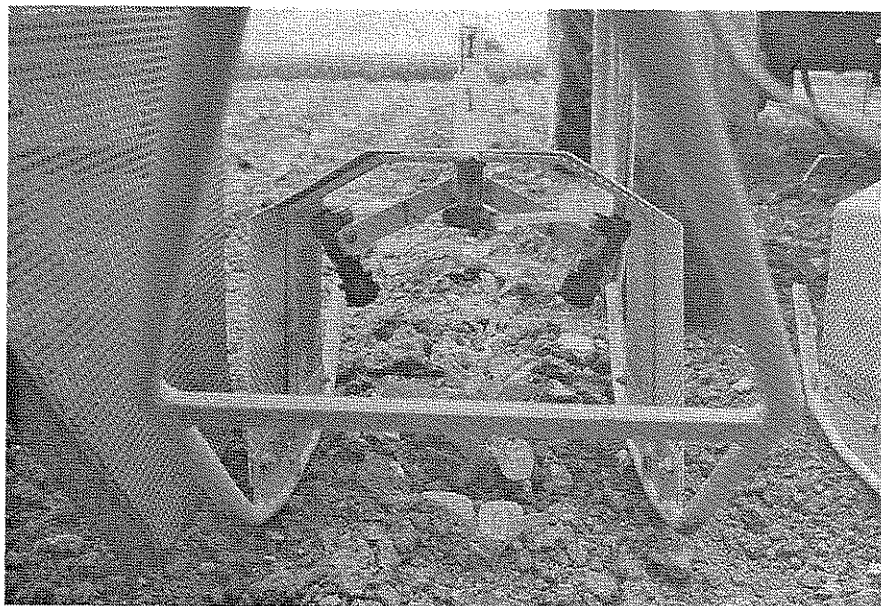
I undersökningen ingick sex spridare.

1. Spraying Systems Tee Jet 11001 - spaltspridare
2. Spraying Systems Tee Jet 8001-E - bandsprutningsmunstycke
3. Spraying Systems air atomizing nozzle E 18 B, med vätskemunstycke 1650 och luftmunstycke 62240-60° - på svenska benämnd lufttillsatsspridare
4. Micromax Mk II - engelsk centrifugalspridare
5. Girojet TG 412 - fransk centrifugalspridare
6. Luftturbindriven centrifugalspridare - svensk prototyp.

### 5.2.2. Spridarnas konstruktion, funktion och användningssätt

1. SS 11001: Denna konventionella spaltspridare monterades på bredsprutningssramp med 50 cm inbördes avstånd. För att erhålla jämn vätskefördelning måste dubbel täckning eftersträvas. Bomhöjden blev då 27 och 30 cm vid trycken 700 och 300 kPa resp.

2. SS 8001-E: Detta munstycke är ett speciellt bandsprutningsmunstycke av spaltspridartyp. Vätskefördelningen, vinkelrätt mot körriktningen, är jämn över duschens hela bredd. För bästa täckningsgrad och förmåga till inträngning är det lämpligt att montera 2 munstycken till varje rad, som från var sin sida duchar snett inåt-nedåt (figur 3). Munstycksöppningarna befann sig 15 cm ovan mark.

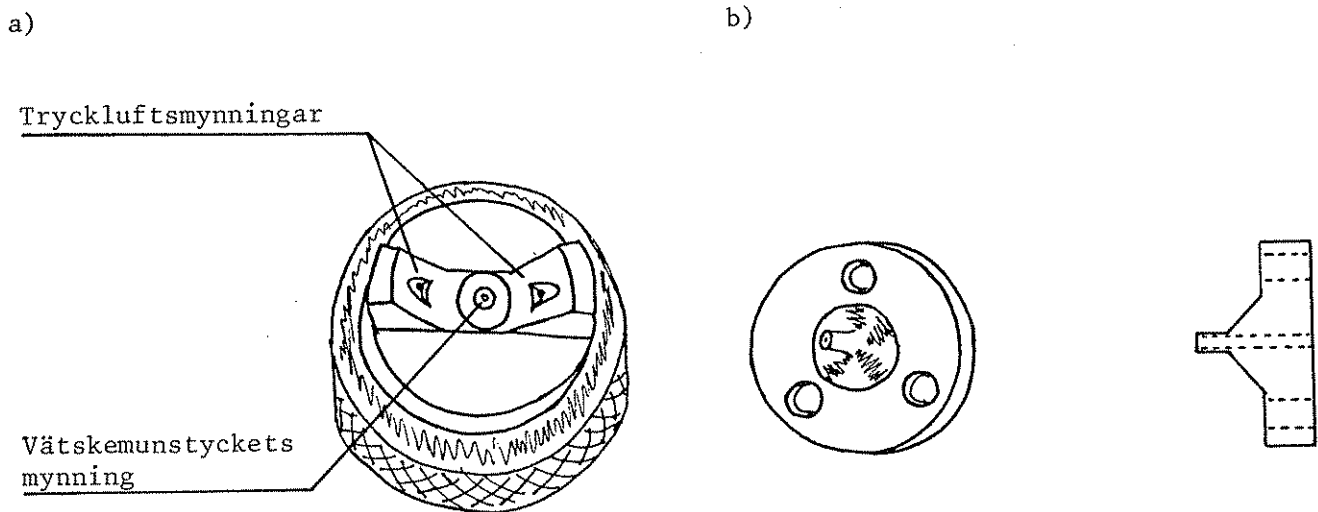


Figur 3. SS 8001-E fotograferad i arbetsläge i fält.

3. Lufttillsatsspridare: Detta munstycke är ursprungligen inte tänkt att användas i lantbruket, men har av Sockerbolaget ansetts såsom intressant pga sin förmåga att bilda små droppar och att arbeta med små vätskemängder.

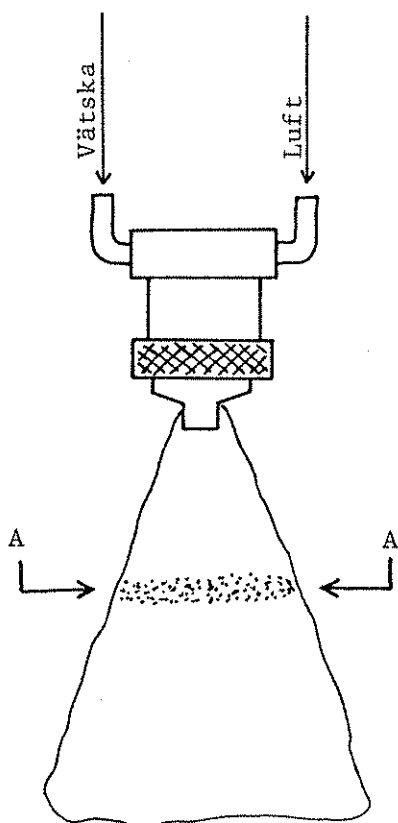
Vätska leds under tryck genom munstycket och lämnar detta som en solid stråle. I samma ögonblick som strålen lämnar vätskemunstycket och kommer ut i fria luften, blir den emellertid utsatt för två luftströmmar från luftmunstycket, placerade diametralt mitt emot varandra (figur 4). Luftströmmarna, som är riktade snett i vätskestrålens riktning, slår sönder vätskan till droppar. Ju högre lufttryck desto mindre droppar. Vätskeflödet påverkas ej av en lufttrycksändring och vice versa. Eftersom luftströmmarna angriper strålen från var sitt håll blir vätskeduschen flat, betraktad uppifrån (figur 5).

Spridaren monterades med ett munstycke per rad, rakt ovanför raden, så att den flata duschen breddade ut sig vinkelrätt mot körriktningen i ett ca 24 cm brett band. Monteringshöjden för spridarmynningen var då ca 13 cm ovan mark.

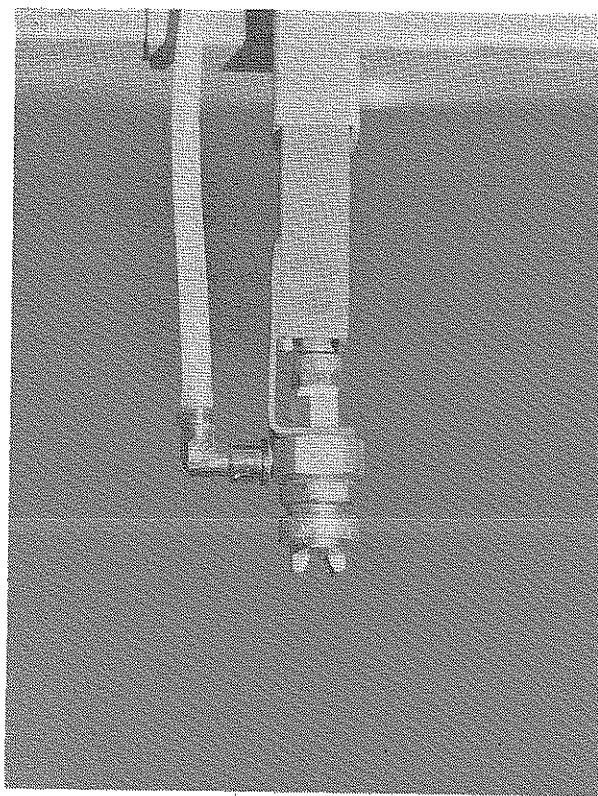


Figur 4. Lufttillsatsspridare. Skala 2:1. a) Det ytterst liggande luftmunstycket sett snett underifrån. b) Det innanför liggande vätskemunstycket med 3 st genomgångshål för luft. Sett underifrån och från sidan.

a)



b)



Figur 5. a) Principskiss av lufttillsatsspridare sedd ifrån sidan. A - A = duschens utseende uppifrån sett. b) Samma spridare vriden 90° och fotograferad på laboratorium.

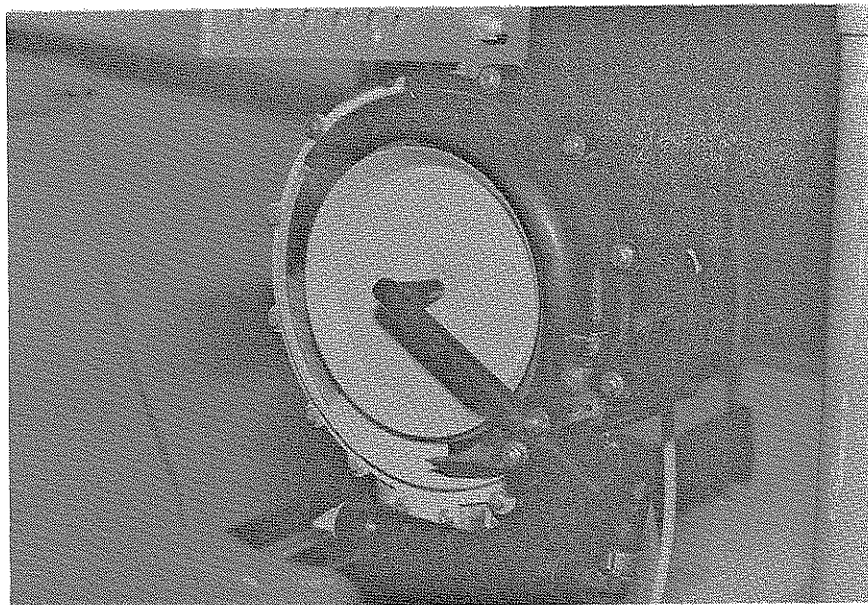
**4. Micromax:** Denna centrifugalspridare är i grundutförandet avsedd att monteras på bredsprutningsramp. Duschen sprids då i horisontalplanet runt hela spridaren. Här användes emellertid en modifierad Micromax, tidigare använd och beskriven av Nilsson (1983). I det modifierade utförandet är hela spridaren vriden så att duschen sprids vertikalt och vinkelrätt mot körriktningen, samt avskärmd så att endast en sektor om ca 54° är öppen för vätskeutsläpp. Resten av vätskan pumpas till en behållare och återanvänds. Spridaren drivs av en 12 V elmotor via en lintransmission. Spridaren kan köras med två varvtal. Det högsta varvtalet, 5 000 rpm, användes. Genom att kombinera olika varvtal och flödesreglerande strypbricka, kan olika droppstorlek erhållas.

För erhållande av 24 cm bandbredd placerades spridarens huvudaxel 24 cm ovan mark.

**5. Girojet:** Spridaren, som inte marknadsförs i Sverige, inköptes ifrån tillverkaren i Frankrike. Även denna centrifugalspridare är avsedd att användas i bredsprutning. Driften ombesörjs av en 12 V elmotor och varvtalet är steglöst inställbart mellan 2 000 och 4 800 rpm. Olika kombinationer av flöde och varvtal möjliggör val av önskad droppstorlek. Här användes högsta varvtalet.

Duschen sprids vertikalt i en sektor om ca 140° (figur 6), och den vätska som fångas upp av avskärmningen (220°) går i retur in i vätsketransporten till spridaren via en injektor. Den vida spridningssektorn medför att längden av duschens projektion på marken är ca 135 cm redan vid 25 cm spridarhöjd (gäller spridartallrikens centrum). Lägre monterinshöjd var inte möjlig, varför spri-

daren fick vridas så att duschen kom "snett-längs-med" raden. Bandbredden blev då ca 24 cm.

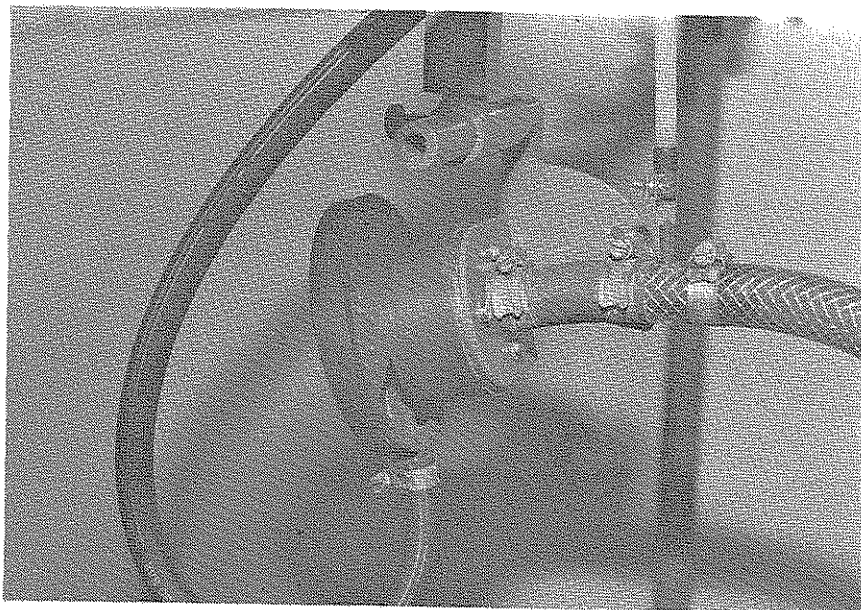


Figur 6. Girojet fotograferad i arbetsläge snett framifrån på laboratorium.

6. Luftturbindriven centrifugalspridare: Spridaren, en svensk uppfinning, drivs med fläktluft. Den enda rörliga delen är en rotationskropp som verkar dels som turbinhjul, dels som separator och dels som centrifugalspridare. I denna prototyp matas vätskan in i fläktluften omedelbart före inloppet till spridaren. Fläktluften kommer in i den cylinderformade rotationskroppen via ena gaveln. Vid passagen genom turbinen separeras vätskan från fläktluften. Den av luften drivna turbinen fungerar som centrifugalspridare av den separerade vätskan och bildar droppar vid den andra gavelns kant. Varvtal och därmed droppstorlek regleras medelst lufttrycket. Här användes genomgående ca 7 500 rpm. Vätskeflödet, som också påverkar droppstorleken, reglerades med en strypbricka. För att passa i bandsprutning modifierades spridaren med en avskärmning. Vid den droppbildande gaveln sattes därför ett lock som omslöt ca  $290^\circ$ . Locket fångade upp vätskan, men hade hål som medgav utpassering av fläktluften. Den i avskärmningen uppsamlade vätskan återfördes av en luftdriven ejetektor in i turbinen. Vätskeduschen passerade ut vertikalt nedåt i en sektor om ca  $70^\circ$  (figur 7).

Vid en bandbredd av 24 cm var spridaren placerad med turbinens huvudaxel nästan vågrätt och 27 cm ovan mark. Längden av duschens projektion på marken var då 40 cm och placerad snett över raden.





Figur 7. Luftturbindriven centrifugalspridare. Fotograferad snett bakifrån så att den för vätskegenomgång öppna sektorn kan iakttas.

För samtliga nu beskrivna spridare, visas i figur 8 deras placering gentemot sockerbetsraderna och duschens utbredning.

### 5.2.3. Försöksbandspruta

För att kunna genomföra försöken i fält, kompletterades och modifierades en försöksbandspruta som redan fanns på Sockerbolaget. Sprutan var frontmonterad på en traktor och hydrauliskt höj- och sänkbar.

Den luftturbindrivna spridaren försågs med luft från en fläkt till en majssåmaskin, som monterades i traktorns trepunktslyft. Ett 15 l tryckkärl användes som vätsketank och sattes under tryck med hjälp av en tryckluftstub. Tryckluftstuben försörjde också lufttillsatsspridaren med tryckluft.

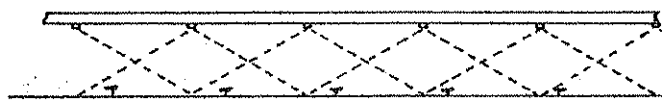
I övrigt var försöksbandsprutan utrustad med följande:

- o 3 m bredsprutningsramp till SS 11001 (= 6 rader), monterad framför alla övriga spridare.
- o Tre dubbel-munstyckshållare för SS 8001-E (= 3 rader). I sommarförsöket ersattes en av dessa med en Girojet-spridare (= 1 rad).
- o Två lufttillsatsspridare (= 2 rader).
- o En Micromax (= 1 rad).
- o En luftturbindriven centrifugalspridare (= 1 rad).
- o Ett centralt tryckfilter följt av en manometer.
- o Två konstanttrycksregulatorer på tryckluftstuben - en för trycktanken och en för luften till lufttillsatsspridarna.
- o Ventil för reglering av fläktluft till den luftturbindrivna centrifugalspridaren.
- o Diverse kulventiler för att snabbt och smidigt kunna öppna och stänga för olika spridare.
- o En från förarplats manövrerad elektrisk huvudventil för vätskan.
- o En 3-läges strömbrytare att starta och stanna Micromax resp Girojet med.
- o En tryckmätare för kontroll av lufttryck till lufttillsatsspridarna.
- o Ett uppsamlingskärl för returvätska ifrån Micromax.

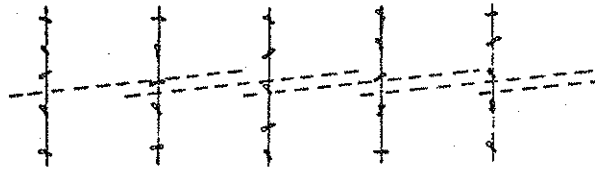


SS 110 01

SS 8001 - E



Framifrån



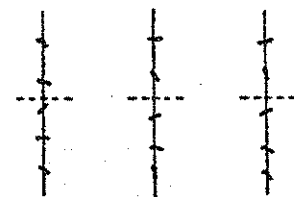
Uppifrån

Lufttillsatsspridare

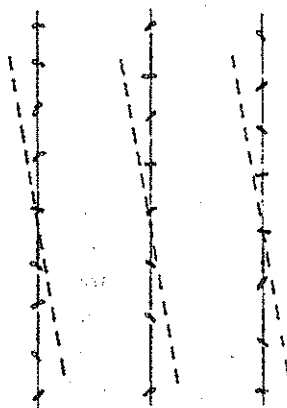
Framifrån



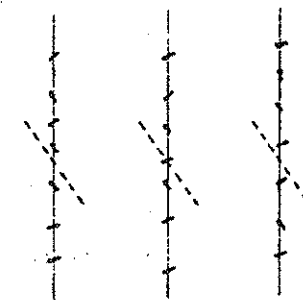
Uppifrån

MicromaxGirojet

Framifrån



Uppifrån

Luftturbindriven  
centrifugalspridare

Figur 8. Principskiss över de olika spridarnas placering gentemot sockerbetsraderna och över duschens utbredning.

### 5.2.4. Droppstorleksanalysator

Droppstorleksbestämningen utfördes på AT:s sprutlaboratorium med en Malvern 2600 HSD Particle sizer. Detta instrument arbetar med hjälp av laserstrålning. Då duschen ifrån det provade munstycket passerar genom laserstrålen, kommer laserljuset att brytas i dropparna. Små droppar har stor krökning och kommer därmed att bryta ljuset mera än vad stora droppar gör. Det mer eller mindre brutna ljuset passerar en fokuserande lins innan det når fram till en mottagarplatta, som registrerar ljusintensiteten på olika avstånd från fokus. Intensitetsskillnaderna eller spridningen på olika avstånd från fokus, är en funktion av droppstorleken i duschen och omvandlas i en dator till tabeller eller diagram som presenterar hur stor procent av duschens totala volym som finns i droppar inom givna storleksintervall.

Instrumentet ger möjlighet att mäta på valfri plats i ostörd dusch. Härvid blir alla droppar, som befinner sig i den av laserstrålen genomlysta cylinderformade volymen, registrerade. Tvärsnittsarean på laserstrålen är 1-2 cm<sup>2</sup>.

Vid mätning utför instrumentet korta elementarmätningar som var och en tar ca 0,03 sekund i anspråk. Detta betyder att på tio sekunder görs drygt 300 mätningar, vilket ger ett gott underlag för en medelvärdesberäkning. Mätområdet sträcker sig från 1,2 m för linsen med kortaste brännvidden till 1879,9 m för linsen med längsta brännvidden.

### 5.3. Förberedelser

#### 5.3.1. Försöksplan

5.3.1.1. Vårförsöket. - Centrifugalspridare och lufttillsatsspridare som har möjlighet att arbeta med små vätskemängder, användes med 30, 60 resp 100 l/ha. SS 11001 ingick med 100 l/ha vid normalt resp högt tryck enligt den tidigare beskrivna relativt nya engelska tekniken. Avsikten var också att använda SS 8001-E med 100 l/ha, men då framföringshastigheten skulle blivit orimligt hög, valdes istället 200 l/ha vid normalt resp lågt tryck (tabell 5).

Tabell 5. I vårförsöket ingående försöksled. Behandling med (4 kg Goltix + 4 l olja)/ha

Led	Spridare	Vätsketryck (kPa)	Lufttryck (kPa)	Flöde (l/min)	Konc. (%)	Vätskemängd (l/ha)
A	Obehandlat					
B	SS 110 01	300		0,440	4,0	100
C	- " -	700		0,635	4,0	100
D	SS 8001-E	150		0,600 <sup>+) </sup>	2,0	200
E	- " -	300		0,820 <sup>+) </sup>	2,0	200
F	Micromax			0,075	13,3	30
G	- " -			0,115	6,7	60
H	- " -			0,115	4,0	100
I	Lufttillsatsspr.	130	100	0,107	13,3	30
K	- " -	130	100	0,107	6,7	60
L	- " -	130	100	0,107	4,0	100
M	Luftturbindr. centrifugalspr.			0,067	13,3	30
N	- " -			0,067	6,7	60
O	- " -			0,106	4,0	100

<sup>+)</sup>  Gäller 2 st munstycken

5.3.1.2. Sommarförsöket. - Vid sommarförsöket tillkom Girojet vars stora spridningsvinkel inte medgav mindre vätskemängder än 100 l/ha. För att kunna jämföra de olika centrifugalspridarna vid samma vätskemängder måste därför så höga vätskemängder som 100 och 200 l/ha användas. Även för SS 11001 användes därför 200 l/ha (tabell 6).

Tabell 6. I sommarförsöket ingående försöksled. Behandling med (2 kg Goltix + 2 l Betanal + 2 l olja)/ha

Led	Spridare	Vätsketryck (kPa)	Lufttryck (kPa)	Flöde (l/min)	Konc. <sup>++</sup> (%)	Vätskemängd (l/ha)
a	Obehandlat					
b	SS 110 01	300		0,440	2	200
c	- " -	700		0,635	2	200
d	SS 8001-E	150		0,600 <sup>+</sup>	2	200
e	- " -	300		0,820 <sup>+</sup>	2	200
f	Micromax			0,063	13,3	30
g	- " -			0,105	4	100
h	- " -			0,127	2	200
i	Girojet			0,300	4	100
k	- " -			0,300	2	200
l	Luftturbindr. centrifugalspr.			0,095	13,3	30
m	- " -			0,095	4	100
n	- " -			0,095	2	200
o	Lufttillsatsspr.	110	50	0,095	13,3	30
p	- " -	150	70	0,120	4	100
q	- " -	280	70	0,168	2	200

+ ) Gäller 2 st munstycken

++ ) Sammansatt av "delkoncentrationer" av Goltix resp. Betanal

### 5.3.2. Kalibrering och inställning av försöksbandspruta

För att få ut rätt vätskemängd/ha, mättes de olika spridarnas vätskeflöde per tidsenhet. För spaltspridarna mättes utsprutad vätskemängd under två min och för alla de övriga under fem min. Detta upprepades tre gånger varefter ett medelvärde beräknades. Med hänsyn till bandbredd och önskad vätskemängd/ha beräknades därefter framföringshastigheten. Körhastighetsprov på 100 m-sträcka gjordes med traktorn, så att en hastighetstabell kunde upprättas.

För att ställa in rätt bandbredd på vissa spridare kördes sprutan med vatten på torr asfalt. Bandbredden kunde sedan mätas innan vattnet avdunstat. Andra spridare fick duscha ner i en vattensamling varvid bandbredden kunde mätas direkt på vattenytan.

### 5.3.3. Droppstorleksanalysator

Instrumentet sänder ut en horisontell laserstråle genom vilken duschen skall passera. Det var därför nödvändigt att tillverka en ställning, där det med

enkla handgrepp gick att placera vilken som helst av de sex spridarna, på så sätt att vätskeduscharna utbredde sig vinkelrätt mot laserstrålen. Då instrumentet visade sig extremt känsligt för smuts på optikens ytor måste speciella stänkskydd och dropp-absorbenter monteras.

Combella & Matthews (1981) använde en äldre version av samma instrument för att bestämma droppstorleken hos bl a en spaltspridare SS 6503 vid 1000 kPa. VMD konstaterades då vara ca 210  $\mu$ m. Då någon kalibreringsutrustning för instrumentet ännu ej finns, mättes droppstorleken hos en SS 6502 och en SS 6504 för jämförelse med Combella & Matthews resultat. VMD för SS 6502 (vid 1000 kPa) blev ca 150  $\mu$ m och för SS 6504 235  $\mu$ m. Detta togs som en fingervisning om att instrumentet låg rätt.

#### 5.4. Genomförande

##### 5.4.1. Fältförsök

5.4.1.1. Vårförsöket. - Vårförsöket genomfördes på två platser, Ädelholm och Borgeby, i bruksodlingar av sockerbetor. Borgeby besprutades den 10-11/6 och Ädelholm den 13/6 med (4 kg Goltix + 4 l Sunoco 11 E penetreringsolja)/ha. Orsakerna till de sena behandlingstidpunkterna står att finna i:

- 1) den mycket nederbördsrika våren 1983 och
- 2) den för ombyggnad av försöksbandspruta, längre än beräknade tidsåtgången.

Ogräsen var vid behandlingstidpunkten mycket större än vad de borde varit för optimalt resultat. På båda platserna lades försöket ut som sex fullständiga block, vart och ett omfattande samtliga försöksled. Antalet behandlade rader i de olika försöksleden redovisas i tabell 7, för både vår- och sommarförsöket.

Tabell 7. Antal behandlade rader i de olika försöksleden

	Ledbeteckning															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	Q
Vårförsöket	4	6	6	6	6	2	2	2	4	4	4	2	2	2	-)	-)
Sommarförsöket	4	6	6	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4

-) Ingick ej

Mellan alla tvåradiga led och mellan tvåradiga och flerradiga, lades en obehandlad rad in som säkerhetsområde för avdrift.

För att erhålla rättvisande resultat måste samtliga led besprutas inom en ganska kort tidsrymd. Det blev därför nödvändigt att göra vissa begränsningar. Framföringshastigheten kontrollerades t ex bara stickprovsmässigt genom tidtagning och jämförelse med i förväg uträknad lämplig tid på den tolv meter långa besprutningssträckan. Varvtalet på de roterande spridarna hölls konstant, enligt tabell 8, för att inte blanda in för många variabler och därmed öka risken för försöksfel. Detta sparade också tid, eftersom det tog ganska lång tid att ändra och kontrollera varvtalet. Varvtalet behövde nu endast kontrolleras då och då med en tachometer.

Tabell 8. Använda varvtal på centrifugalspridare

Spridare	Varvtal (r.p.m.)
Micromax <sup>+) )</sup>	5000
Girojet	4800
Luftturbindriven centrifugalspr. <sup>+) )</sup>	7500

<sup>+) )</sup> Gäller både vår- och sommarförsök

5.4.1.2. Sommarförsöket. - Sommarförsöket utfördes på två platser på Torreberga. Betor såddes här den 5/7. Raps blandat med senap såddes dagen efter, vinkelrätt över sockerbetsraderna. Detta för att säkerställa ett gott bestånd av icke önskvärda plantor. Försöken ogrässsprutades den 21/7 och 25/7 med (2 l Betanal + 2 kg Goltix + 2 l Sunoco 11 E penetreringsolja)/ha.

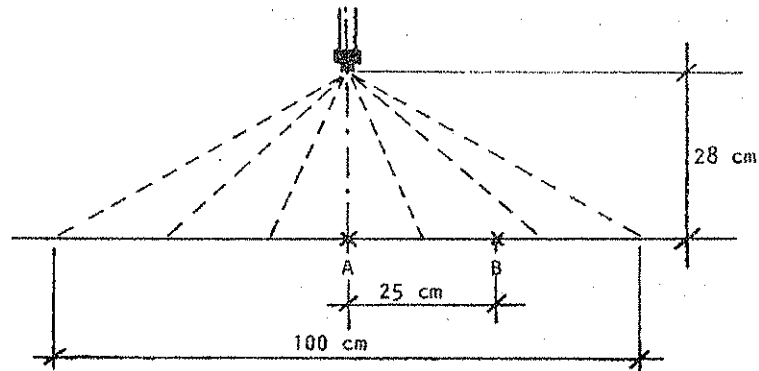
I vart och ett av de två försöken lades fyra block ut. Även här såddes, precis som i vårförsöket, sex block varav två dock måste kasseras pga ojämn och/eller dålig uppkomst. Detta, i sin tur, berodde på den extremt torra väderleken under sommaren 1983. Antalet behandlade rader i de olika försöksleden visas i tabell 7.

I övrigt genomfördes sommarförsöket på samma sätt som vårförsöket.

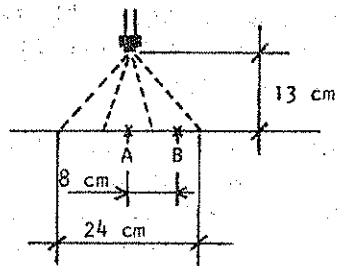
#### 5.4.2. Droppstorleksbestämning

Droppstorleksbestämningen gjordes i januari 1984. Samtliga spridare provades då vid de olika tryck och flöden de använts i fältförsöken. Mätningar gjordes på två eller tre olika ställen i duschen. En mätning utfördes alltid mitt i duschen, samt en eller två mätningar på olika avstånd från mitten, beroende på spridare (figur 9). Alla mätningar gjordes på samma vertikala avstånd från munstycksöppningarna, som markytan befann sig vid fältförsöken. Det skall särskilt betonas att droppstorleksbestämningen utfördes med rent vatten.

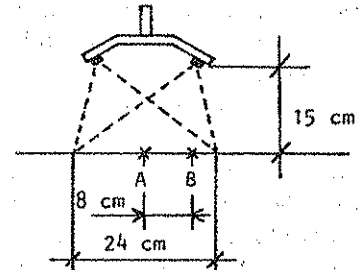
a)



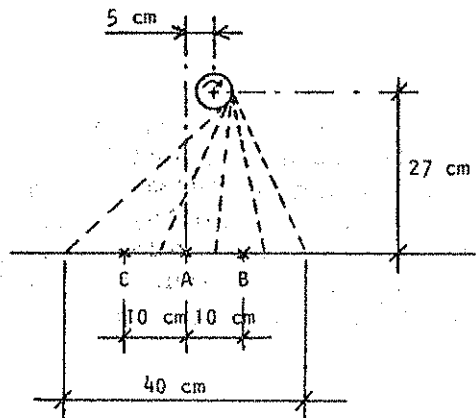
b)



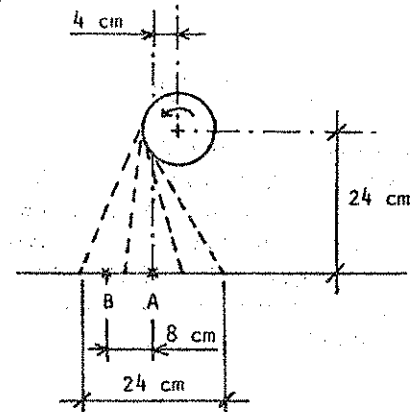
c)



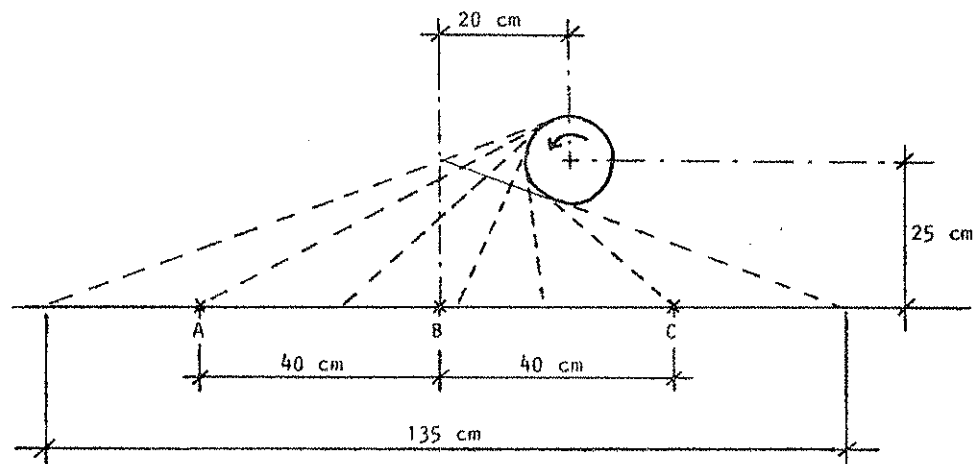
d)



e)



f)



Figur 9. Mätpunkterna vid droppstorleksbestämningen hos de olika spridarna (markerade med x). a) SS 110 01 b) Lufttillsatsspridare c) SS 8001-E d) Luftturbindriven centrifugalspridare e) Micromax f) Girojet.

## 6. RESULTAT

### 6.1. Allmänt

Resultaten från fältförsöken har behandlats statistiskt med Standard Analysis System (SAS) såtillvida att en variansanalys utförts. De för signifikans erforderliga skillnaderna, beräknades med hjälp av t-test, tabell 9.

Tabell 9. Erforderliga skillnader för signifikans på olika nivå vid jämförelser av ledmedeltal

Jämförd parameter	Signifikansnivå		
	*	**	***
<u>Vårförsöket</u>			
Antal/m <sup>2</sup> (samtliga ogräs)	52	68	88
Vikt, g/m <sup>2</sup> (samtliga ogräs)	102	134	173
<u>Sommarförsöket</u>			
Antal/m <sup>2</sup> (samtliga ogräs)	41	54	70
Vikt, g/m <sup>2</sup> (samtliga ogräs)	31	41	53
Betor, 1000-tal/ha	27	36	46

Härvid menas med \*-signifikans, då olika led jämförs, att chansen är mindre än 1 på 20 att skillnaden ifråga skulle ha orsakats av endast slumpmässiga orsaker. Med \*\* resp \*\*\*-signifikans är chansen mindre än 1 på 100 resp 1 på 1000.

Eftersom vårförsök och sommarförsök utförts under skilda förhållanden och med olika försöksled skall inga jämförelser göras mellan de båda.

Droppstorleksbestämningens mätvärden har inte bearbetats statistiskt.

### 6.2. Fältförsök

#### 6.2.1. Vårförsöket

För kontroll av behandlingens effekt räknades och vägdes ogräsen 9-10 dagar efter besprutningen. I varje försöksled lades en ram med måtten 1 m x 0,15 m = 0,15 m<sup>2</sup> ut på två ställen i det över raden behandlade bandet. Samtliga ogräs inom ramen noterades till antal och art. Ogräsen skars av vid markytan och lades i en plastpåse som förslöts. Vid dagens slut vägdes påsarna, som var och en representerade 0,3 m<sup>2</sup> från led x i block y.

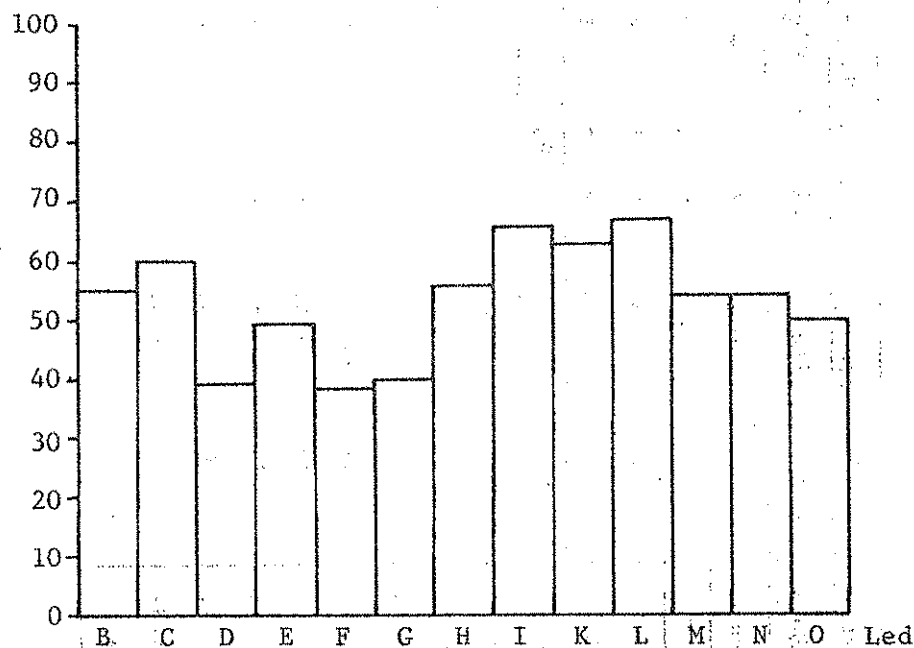
I tabell 10 kan resultatet av vårförsöket studeras. Siffrorna under behandlingseffekt visar med ett minustecken följt av en siffra hur många procent av ogräsen som försvunnit i resp led både antals- och viktsmässigt. Effekt på samtliga ogräs vad gäller antal och vikt redovisas på ett överskådligare sätt även i figurerna 10 och 11.

Tabell 10. Vår försök. Kvarvarande ogräs efter behandling med (4 kg Goltix + 4 l olja)/ha, samt behandlingseffekter i % av obehandlat. Medeltal av 2 försök

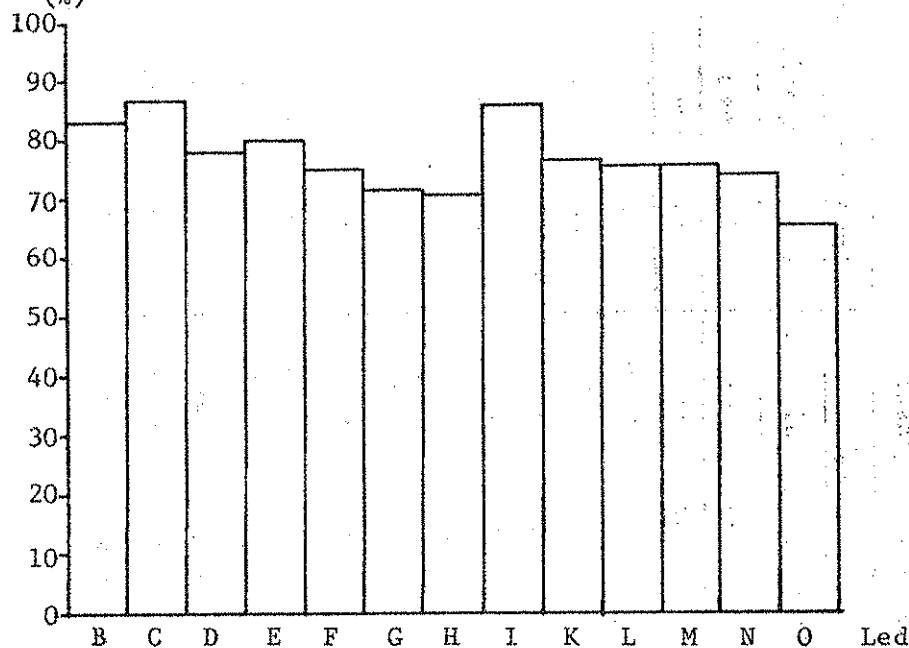
Led	Spridare	Vätsketryck			Flöde (l/min)	Konc. (%)	Vätskemängd (l/ha)	Kvarvarande ogräs/m <sup>2</sup>				Behandlingseffekt i % av obehandlat			
		(kPa)	Luftryck (kPa)					Målla <sup>+</sup> (antal)	Åkerviol <sup>+</sup> (antal)	Samtliga ogräs (antal) (vikt, g)		Målla (antal)	Åkerviol (antal)	Samtliga ogräs (antal) (vikt, g)	
A	Obehandlat							85	37	199	469	85 st/m <sup>2</sup>	37 st/m <sup>2</sup>	199 st/m <sup>2</sup>	469 g/m <sup>2</sup>
B	SS 110 01	300			0,440	4,0	100	3	17	89	82	- 96	- 53	- 55	- 83
C	" "	700			0,635	4,0	100	2	24	79	62	- 98	- 34	- 60	- 87
D	SS 8001-E	150			0,600	2,0	200	11	32	121	101	- 87	- 14	- 39	- 78
E	" "	300			0,820	2,0	200	14	27	101	93	- 84	- 27	- 49	- 80
F	Micromax				0,075	13,3	30	30	26	124	119	- 65	- 29	- 38	- 75
G	" "				0,115	6,7	60	26	24	120	132	- 69	- 34	- 40	- 72
H	" "				0,115	4,0	100	13	23	88	134	- 85	- 37	- 56	- 71
I	Lufttillsatsspr.	130	100		0,107	13,3	30	18	14	69	65	- 79	- 61	- 66	- 86
K	" "	130	100		0,107	6,7	60	8	21	75	106	- 91	- 44	- 63	- 77
L	" "	130	100		0,107	4,0	100	9	18	66	112	- 90	- 50	- 67	- 76
M	Luftturbindr. centrifugalspr.				0,067	13,3	30	30	17	91	110	- 65	- 55	- 54	- 76
N	" "				0,067	6,7	60	12	30	92	120	- 86	- 19	- 54	- 74
O	" "				0,106	4,0	100	16	24	100	161	- 81	- 35	- 50	- 66

+ ) De antalsmässigt dominerande ogräsen på de båda försöksplatserna.



Behandlingseffekt  
(%)

Figur 10. Vår försök. Behandlingseffekt i % av obehandlat, vad gäller totala antalet ogräs.

Behandlingseffekt  
(%)

Figur 11. Vår försök. Behandlingseffekt i % av obehandlat, vad gäller ogräsvikt.

När det gäller effekt på antalet ogräs, kan skillnader på ca 30 %-enheter iakttagas vid jämförelse av vissa led. I den intressantare ogräsvikten är skillnaderna emellertid små. Vissa tendenser såsom förbättrad effekt av höjt tryck hos spaltspridarna kan iakttagas, såväl som en tendens till minskad ogräseffekt med ökad vätskemängd hos centrifugal- och lufttillsatsspridare.

Tabell 11 redovisar signifikansnivåerna för de skillnader som konstaterats. Där jämförs samtliga försöksled i tur och ordning med led A, B och E. Härvid kan det konstateras att samtliga försöksled är \*\*\*-signifikant bättre än det obehandlade ledet, vad gäller effekt på ogräsvikt. Vid jämförelse med led B (SS 110 01 vid 300 kPa) och led E (SS 8001-E vid 300 kPa) förekommer inga som helst signifikanta skillnader mellan de olika försöksleden, varken då det gäller effekt på antal eller vikt av ogräs.

Tabell 11. Vår försöksled. Övriga försöksled i jämförelse med led A, B och E (obehandlat, SS 110 01 vid 300 kPa och SS 8001-E vid 300 kPa) vad gäller ogräseffekt

Led	Jämfört med A, samtliga ogräs/m <sup>2</sup>			Jämfört med B, samtliga ogräs/m <sup>2</sup>			Jämfört med E, samtliga ogräs/m <sup>2</sup>					
	Antal	Signifikans <sup>†)</sup>	Vikt, g	Signif.	Antal	Signif.	Vikt, g	Signif.	Antal	Signif.	Vikt, g	Signif.
A	199	—	469	—	+ 110	***s	+ 387	***s	+ 98	***s	+ 376	***s
B	- 110	***b	- 387	***b	89	—	82	—	- 12	e.s.	- 11	e.s.
C	- 120	***b	- 407	***b	- 10	e.s.	- 20	e.s.	- 22	e.s.	- 31	e.s.
D	- 78	**b	- 368	***b	+ 32	e.s.	+ 19	e.s.	+ 20	e.s.	+ 8	e.s.
E	- 98	***b	- 376	***b	+ 12	e.s.	+ 11	e.s.	101	—	93	—
F	- 75	**b	- 350	***b	+ 35	e.s.	+ 37	e.s.	+ 23	e.s.	+ 26	e.s.
G	- 79	**b	- 337	***b	+ 31	e.s.	+ 50	e.s.	+ 19	e.s.	+ 39	e.s.
H	- 111	***b	- 335	***b	- 1	e.s.	+ 52	e.s.	- 13	e.s.	+ 41	e.s.
I	- 130	***b	- 404	***b	- 20	e.s.	- 17	e.s.	- 32	e.s.	- 28	e.s.
K	- 124	***b	- 363	***b	- 14	e.s.	+ 24	e.s.	- 26	e.s.	+ 13	e.s.
L	- 133	***b	- 357	***b	- 23	e.s.	+ 30	e.s.	- 35	e.s.	+ 19	e.s.
M	- 108	***b	- 359	***b	+ 2	e.s.	+ 28	e.s.	- 10	e.s.	+ 17	e.s.
N	- 107	***b	- 349	***b	+ 3	e.s.	+ 38	e.s.	- 9	e.s.	+ 27	e.s.
O	- 99	***b	- 308	***b	+ 11	e.s.	+ 79	e.s.	- 1	e.s.	+ 68	e.s.

†) e.s. = ej signifikant

b = bättre

s = sämre

### 6.2.2. Sommarförsöket

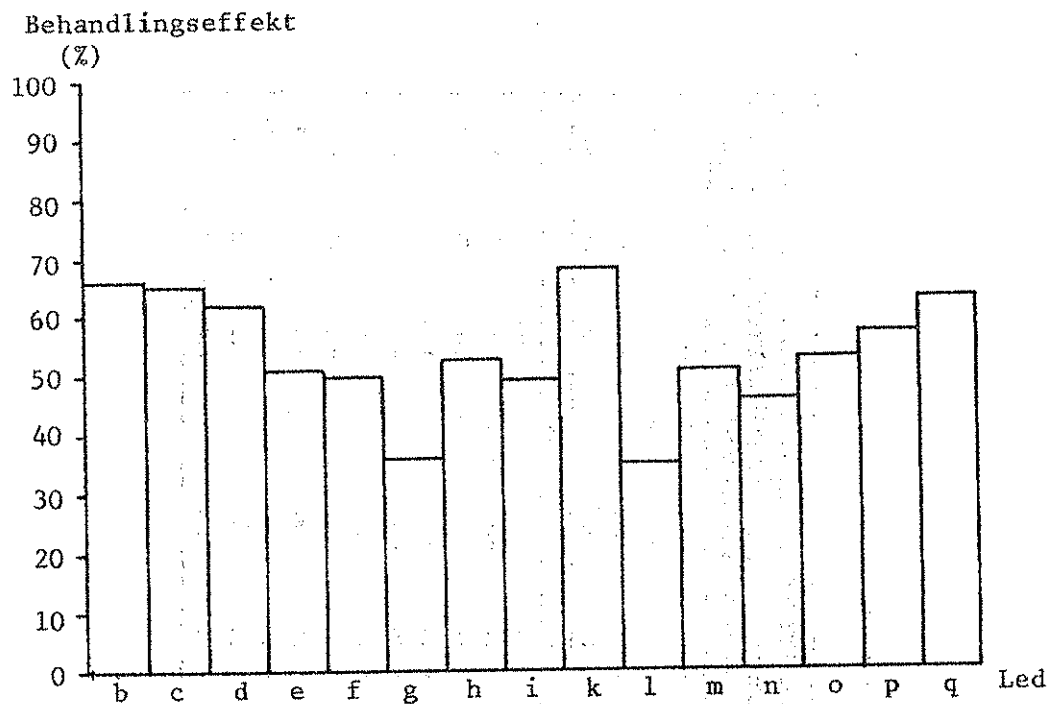
Kontroll av sommarförsökets ogräseffekt gjordes på samma sätt som i vårförsöket. Dock kontrollerades här även antalet betplantor för att utröna huruvida någon kombination av vätskemängd-droppstorlek var aggressiv mot sockerbetorna.

Resultatet av sommarförsöket sammanfattas i tabell 12. Eftersom raps och senap såddes in i sommarförsöket, var de antalsmässigt dominerande och redovisas därför i tabell 12. Anmärkningsvärd är den lilla skillnaden i behandlings-effekt mellan raps och senap. Senap har endast i ringa grad visat sig mer lättbekämpad än raps. Även i sommarförsöket är skillnaderna vid ledjämförelser större för antal ogräs än för vikt och ogräs (figurerna 12 och 13). Skillnaderna i ogräsvikt, som även här så små (figur 13), visar ej heller här några regelbundenheter. En viss nivåskillnad kan emellertid urskiljas mellan leden b och c och övriga led.

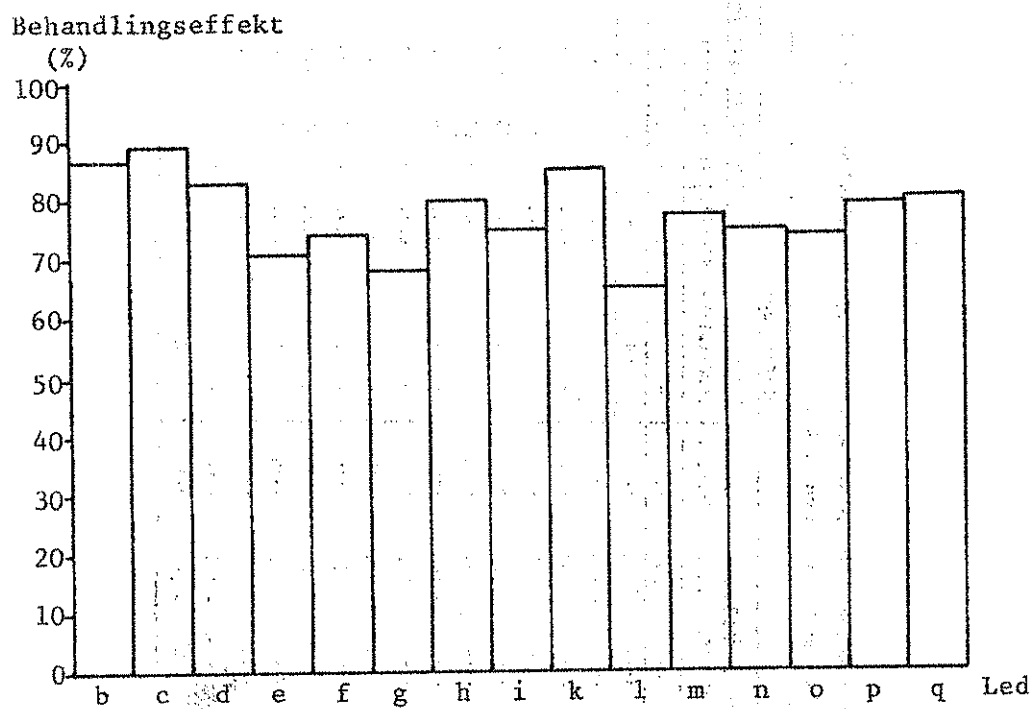
Sommarförsöket visar vissa signifikanta skillnader vid ledjämförelser (tabell 13). Led b och c t ex visar sig i jämförelse med e vara \*-signifikant bättre och led g och l visar sig var \*-resp \*\*-signifikant sämre än led b, då ogräsvikt jämförs. För övrigt finns inga signifikanta skillnader vid ledjämförelser, varken för ogräsvikt eller påverkan på betantal.

Tabell 12. Sommarförsöket. Kvarvarande betor och ogräs efter behandling med (2 kg Goltix + 2 l Betanal + 2 l olja)/ha, samt behandlingseffekter i % av obehandlat. Medeltal av 2 försök

Led	Spreddare	Vätskemängd				Kvarvarande betor/ha och ogräs/m <sup>2</sup>				Behandlingseffekt i % av obehandlat			
		(kPa)	Lufttryck (kPa)	Flöde (l/min)	Konc. (%)	Vätskemängd (l/ha)	Betor (1000-tal/ha)	Raps (antal)	Senap (antal)	Samtliga ogräs (antal) (vikt, g)	Raps (antal)	Senap (antal)	Samtliga ogräs (antal) (vikt, g)
a	Obehandlat						105	97	71	207	203	97 st m <sup>2</sup>	207 st/m <sup>2</sup>
b	SS 110 01	300		0,440	2	200	99	35	17	71	27	63	66
c	"	700		0,635	2	200	96	36	18	72	23	63	65
d	SS 8001-E	150		0,600	2	200	102	41	26	79	34	58	62
e	"	300		0,820	2	200	82	55	35	101	60	43	51
f	Micromax			0,063	13,3	30	85	52	32	104	52	47	50
g	"			0,105	4	100	103	56	37	133	66	42	36
h	"			0,127	2	200	96	48	34	97	40	50	53
i	Girojet			0,300	4	100	92	62	29	106	51	36	49
k	"			0,300	2	200	92	38	15	67	30	61	68
l	Luftturbindr. centrifugalspr.			0,095	13,3	30	100	60	46	135	70	38	35
m	"			0,095	4	100	99	48	36	102	47	50	51
n	"			0,095	2	200	103	54	33	112	51	44	46
o	Lufttillsatspr.	110	50	0,095	13,3	30	94	50	37	98	53	49	53
p	"	150	70	0,120	4	100	95	45	32	88	42	53	57
q	"	280	70	0,168	2	200	81	33	25	76	40	66	63



Figur 12. Sommarförsöket. Behandlingseffekt i % av obehandlat, vad gäller totala antalet ogräs.



Figur 13. Sommarförsöket. Behandlingseffekt i % av obehandlat, vad gäller ogräsvikt.

Tabell 13. Sommarförsök. Övriga försöksled i jämförelse med led a, b och e (obehandlat, SS 110 01 vid 300 kPa och SS 8001-E vid 300 kPa) vad gäller påverkan på betantal samt ogräseffekt

Led	Jämfört med a				Jämfört med b				Jämfört med e			
	Betor		Samtliga ogräs/m <sup>2</sup>		Betor		Samtliga ogräs/m <sup>2</sup>		Betor		Samtliga ogräs/m <sup>2</sup>	
	1000-tal/ha	Signif. <sup>1)</sup>	Antal	Signif.	1000-tal/ha	Signif.	Antal	Signif.	1000-tal/ha	Signif.	Antal	Signif.
a	105	—	207	—	203	—	—	—	23	e.s.	106	+++
b	- 6	e.s.	- 136	+++	- 176	+++	—	—	17	e.s.	30	e.s.
c	- 9	e.s.	- 135	+++	- 180	+++	—	—	14	e.s.	29	e.s.
d	- 3	e.s.	- 128	+++	- 169	+++	—	—	20	e.s.	22	e.s.
e	- 23	e.s.	- 106	+++	- 143	+++	—	—	82	—	101	—
f	- 20	e.s.	- 103	+++	- 151	+++	—	—	3	e.s.	3	e.s.
g	- 2	e.s.	- 74	+++	- 137	+++	—	—	21	e.s.	32	e.s.
h	- 9	e.s.	- 110	+++	- 163	+++	—	—	14	e.s.	4	e.s.
i	- 13	e.s.	- 101	+++	- 152	+++	—	—	10	e.s.	5	e.s.
k	- 13	e.s.	- 140	+++	- 173	+++	—	—	10	e.s.	34	e.s.
l	- 5	e.s.	- 72	+++	- 133	+++	—	—	18	e.s.	34	e.s.
m	- 6	e.s.	- 105	+++	- 156	+++	—	—	17	e.s.	1	e.s.
n	- 2	e.s.	- 95	+++	- 152	+++	—	—	21	e.s.	11	e.s.
o	- 11	e.s.	- 109	+++	- 150	+++	—	—	12	e.s.	3	e.s.
p	- 10	e.s.	- 119	+++	- 161	+++	—	—	13	e.s.	13	e.s.
q	- 24	e.s.	- 131	+++	- 163	+++	—	—	1	e.s.	25	e.s.

<sup>1)</sup> e.s. = ej signifikant

b = bättre

s = sämre

### 6.3. Droppstorleksbestämning

För att erhålla stor säkerhet gjordes fyra huvudmätningar à 300 elementarmätningar eller omsatt i tid ca  $(4 \times 10)s = 40$  sekunders mätning i varje mätpunkt (figur 9). De fyra huvudmätningarna blev praktiskt taget alltid identiska, vilket bevisar att repeterbarheten var god och att de erhållna medelvärdena på droppdiameter kan anses som ganska säkra.

Tabell 14 återger erhållna värden på droppstorlek på olika ställen i duschen. Lufttillsatsspridaren visar sig alstra synnerligen små droppar, i stort sett att klassa som aerosol, vilket också iaktogs redan i fältförsöket. För övrigt verkar resultaten stämma väl överens med teorin, såtillvida att droppstorleken ökar mot kanterna av duschen hos spaltspridarna och att droppstorleken ökar med ökat flöde hos centrifugalspridarna. Ett försöksfel kan dock misstänkas för led G och H, vilka inte borde ha givit större VMD än led h.

Tabell 14. I laboratorium uppmätt droppstorlek. Gäller både vårförsöket (ledbeteckning med stor bokstav) och sommarförsöket (ledbeteckning med liten bokstav)

Led	Spridare	Vätsketryck (kPa)	Lufttryck (kPa)	Flöde (l/min)	Varvtal (r.p.m.)	VMD vid mätpunkt: <sup>+) </sup>		
						A ( $\mu$ m)	B ( $\mu$ m)	C ( $\mu$ m)
B,b	SS 110 01	300		0,440		105	150	-)
C,c	SS 110 01	700		0,635		85	105	-)
D,d	SS 8001-E	150		0,600 <sup>"))</sup>		140	280	-)
E,e	SS 8001-E	300		0,820 <sup>"))</sup>		100	130	-)
f	Micromax			0,063	5000	115	115	++)
F	Micromax			0,075	5000	120	120	++)
g	Micromax			0,105	5000	150	140	++)
G,H	Micromax			0,115	5000	180	170	++)
h	Micromax			0,127	5000	175	175	++)
i,k	Girojet			0,300	4800	145	105	95
o	Lufttillsatsspr. 110	50		0,095		50	60	-)
I,K,L	Lufttillsatsspr. 130	100		0,107		22	40	-)
p	Lufttillsatsspr. 150	70		0,120		45	55	-)
q	Lufttillsatsspr. 280	70		0,168		65	50	-)
M,N	Luftturbindr. centrifugalspr.			0,067	7500	100	115	90
l,m,n	- " -			0,095	7500	100	115	90
O	- " -			0,106	7500	105	115	95

<sup>+)</sup>  Mätpunkternas placering framgår av fig. 9

-) Ej uppmätt, men antas av symmetriskäl vara lika med värdet i B

<sup>"))</sup> Gäller två munstycken plac. enl. fig. 9

++) Punkten, 8 cm till höger om punkt A, är endast stickprovsmässigt kontrollerad och gav då samma resultat som i punkt B

Droppstorleksanalysatorn redovisar inte antalet droppar. Därför kan inte något värde på kvoten VMD/NMD, dvs bredden på droppstorleksspektrat, redovisas. Datautskrifterna från huvudmätningarna ger dock en uppfattning om droppstorleksspektrats bredd (bilaga 1). Där redovisas nämligen både i tabellform och som histogram, det procentuella innehållet i de femton storleksklasser, som instrumentets mätområde delats i. Bilaga 1 visar således att Micromax vid t ex 0,127 l/min har två utpräglade toppar i histogrammet, härrörande från satellitdroppar respektive huvuddroppar. Det kan också konstateras att Girojet i punkt A har ett smalt droppstorleksspektrum, men vid punkt C mera liknar en hydraulisk spridare ifråga om droppstorleksfördelning.

## 7. FELKÄLLOR

### 7.1. Fältförsöken

Försöksplatsernas ojämnheter vad gäller ogräsförekomst utgör en felkälla. Även väderleken spelar in och särskilt betydelsefullt kan ett väderomslag bli när besprutningen av ett försök tar två dagar i anspråk.

Fel som beror av teknisk utrustning, t ex tryckmätare, hastighetsmätare, vågar etc, kan också förekomma men bör i så fall vara systematiska, eftersom samma utrustning har använts hela tiden.

### 7.2. Droppstorleksbestämningen

Samtliga mätningar utfördes med fyra upprepningar. Resultaten skrevs ut på papper och bevarades för kontroll av överensstämmelse. De fyra upprepningarna, som var och en föregicks av en tryckjustering/kontroll, visade mycket god överensstämmelse i samtliga fall. Därför kan avläsnings- och inställningsfel så gott som uteslutas.

Systematiska fel kan även här förekomma hos tryckmätaren. Det bör nämnas att det inte var samma tryckmätare som användes på laboratorium som i fält. Det kan också ligga ett systematiskt fel i droppstorleksanalysatorn vad gäller uppmätt droppstorlek, eftersom det inte finns någon kalibreringsutrustning till instrumentet.

## 8. DISKUSSION

### 8.1. Egna slutsatser och synpunkter

#### 8.1.1. Biologiska effekter

Som inledningsvis nämns, finns intresse av att på ett driftsäkert sätt kunna fördela små vätskemängder vid bandsprutning i sockerbetor. Med små vätskemängder avses då 30-60 l/ha. Denna undersökning motiverar fortsatt sådant intresse eftersom behandlingsled där små vätskemängder använts, givit bekämpningsresultat i stort sett likvärdiga med resultat från behandlingsled där konventionella vätskemängder använts.

I värförsöket är det till och med så att behandlingseffekten sjunkit för centrifugal- och lufttillsatsspridare då vätskemängden ökats. Detta måste förklaras med den högre koncentrationsgrad som erhålls på sprutvätskan då små vätskemängder används, ty droppstorleken har varit konstant, åtminstone för lufttillsatsspridaren och den luftturbindrivna centrifugalspridaren. Sommarförsökets resultat pekar av någon anledning i nästan rakt motsatt riktning, så att man kan skönja ökad effekt av ökad vätskemängd hos centrifugal- och lufttillsatsspridare. Eftersom resultatet av droppstorleksanalysen ej kan bidra



med någon rimlig förklaring till detta, måste man misstänka den annorlunda ogräsfloran i sommarförsöket (raps och senap) samt den sena behandlingstidpunkten (21/7).

I överensstämmelse med teorin om ökad retention vid högt tryck hos spaltspridare har dessa i vårförsöket givit bättre ogräseffekt vid högt tryck både i bred- och bandsprutning. I sommarförsöket däremot endast i bredsprutning. Detta är svårt att förklara. Det kan vara på sin plats att påminna om försökets blygsamma omfattning och det ringa underlaget för statistisk signifikansprövning.

### 8.1.2. Driftsäkerhet

Vad beträffar driftsäkerhet och funktion, har vare sig lufttillsats- eller centrifugalspridarna arbetat tillfredsställande i det utförande de här användes. Micromax, lufttillsatsspridaren och den luftturbindrivna centrifugalspridaren var samtliga känsliga för föroreningar i sprutvätskan. Lufttillsatsspridaren därför att dess vätskemunstycke hade mycket trång öppning, Micromax och den luftturbindrivna centrifugalspridaren därför att vätsketillförseln reglerades med en strypbricka vilken lätt sattes igen. I ett färdigutvecklat stadium är den luftturbindrivna spridaren emellertid tänkt att försörjas med vätska via en fördelare som, utan strypbrickor och trånga passager, fungerar på liknande sätt som själva spridaren. Detta måste vara att föredra framför strypbrickor och förträngningar i strävandena att konstruera en spridare som är driftsäker även vid små vätskemängder.

Den elektriska drivningen av Micromax och Girojet ställde i undersökningen inte till några problem, men kan för den skull inte sägas vara ett bra alternativ i praktiken. Den princip som används i den luftturbindrivna spridaren förefaller vara mera robust och tillförlitlig. Den i undersökningen använda luftturbindrivna spridaren fungerade emellertid inte tillfredsställande, förmodligen beroende på dålig lagring av rotern. Spridaren hade en tendens att variera kraftigt i varvtal trots jämnt luftflöde och jämn vätsketillförsel.

I övrigt, vad gäller enskilda spridares funktion, kan sägas att Girojet rent tekniskt fungerade bra men blev, pga sin nästan parallella placering gentemot raden, känslig för markojämnheter vilket orsakade stora bandbreddsvariationer. Spridaren kan därför inte sägas vara lämplig för bandsprutning utan modifieringar.

Hos den luftturbindrivna spridaren var bandbredden inget problem. Avskärmningen var däremot tekniskt svårlöst. Detta orsakade ett emellanåt mycket besvärande dropp som aldrig gick att helt eliminera trots att avskärmningen gjordes om tre gånger.

### 8.1.3. Droppstorlek

Droppstorleksanalysen stämde väl med vad som sägs i litteraturen om t ex droppstorlekens variation med ökat flöde hos centrifugalspridare och med dess förändring med tryck resp läge i duschen hos spaltspridare.

Samtliga centrifugalspridare gav ett något smalare droppstorleksspektrum än de hydrauliska, dock inte lika smalt som man väntat sig. Girojet's stora droppstorleksvariation på olika ställen i duschen, måste få till följd att retentionen blir olika beroende på var i duschen ogräsen befinner sig. Detta kan i så fall bli speciellt märkbart i bandsprutning där någon överlappning ej kan erhållas.

Lufttillsatsspridarens små droppar har, förmodligen tack vare det ringa avståndet till marken, haft förmåga att avsätta sig väl på ogräsen, vilket man

knappast kunde tro vid fältförsökets genomförande. Vindavdrift kunde då iaktas samtidigt som det var nästan omöjligt att se någon sprutvätska på ogräsen.

Sammanfattningsvis kan sägas att bredsprutningsleden med spaltspridare, gett en jämnare och aningen bättre ogräseffekt, än övriga spridare. Övriga skillnader är mycket små och osäkra, samt svåra att härleda såsom effekt av sprutvätskekoncentration eller av droppstorlek. Då led med samma vätskemängd rangordnas (m.a.p. ogräsvikt), är nämligen leden med små droppar inte entydigt bättre än leden med stora droppar, även om tendenser finns (tabell 15).

Tabell 15. Rangordning av försöksled med samma vätskemängder m.a.p. droppstorlek samt m.a.p. effekt på ogräsvikt

Vätskemängd (l/ha)	Led	Rangordning efter avtagande droppstorlek →	Rangordning efter ökande ogräseffekt →
<u>Värförsöket</u>			
30	F,I,M	F,M,I	F,M,I
60	G,K,N	G,N,K	G,N,K
100	B,C,H,L,O	H,B,O,C,L	O,H,L,B,C
200	D,E	D,E	D,E
<u>Sommarförsöket</u>			
30	f,l,o	f,l,o	l,f och o
100	g,i,m,p	g,i,m,p	g,i,m,p
200	b,c,d,e,h,k,n,q	d,h,b,k,e,n,c,q	e,n,q och h,d,k,b,c

## 8.2. Förslag på fortsatta undersökningar

Såsom ett led i strävandet efter att minska användningen av kemiska bekämpningsmedel, vore det intressant att kombinera den relativt nya engelska metoden, med den svenska utvecklingslinjen med breda självstyrande bandsprutor. Genom att ersätta de i Sverige vanliga två bandsprutningarna där full dos preparat och normalt tryck används, med två eller tre bandsprutningar med t ex 1/3 dos preparat, 1/3 vätska och högt tryck, skulle det kanske vara möjligt att ytterligare reducera herbicidanvändningen i betodlingen. En fortsatt och ökad försöksverksamhet med sänkta doser och vätskemängder, liten droppstorlek samt upprepade behandlingar, vore därför önskvärd. Speciellt intressant är det då att renodla betydelsen av droppstorlek.

## 9. LITERATURFÖRTECKNING

Bals, E.J. 1978. Controlled Droplet Application today. World Crops, juli/augusti 1978, 168-170.

Bals, E.J. 1979. Spray applications with CDA (Controlled Droplet Application). Cranfield Institute of Technology, College of Aeronautics, Short Course 16-27 July 1979. Application of pesticides from ground based sources.

Breay, T. 1981. Low volume, high pressure post emergence application. Report 1. British Sugar Beet Review, 49, 50.

Combella, J.H. & Matthews, G.A. 1981. The influence of atomizer, pressure and formulation on the droplet spectra produced by high-volume sprayers. *Weed Research*, 21, 77-86.

Frost, A.R. 1981. Rotary atomization in the ligament formation mode. *J. agric. Engng Res.*, 26, 63-78.

Kennedy, A. 1981. Low volume, high pressure postemergence application. Report 2. *British Sugar Beet Review*, 49, 51-52.

Kennedy, A. 1982. Low Volume Application i Northern Region. *British Sugar Beet Review*, 50, 11-12.

Madge, R. 1982. ADAS experience. *British Sugar Beet Review*, 50, 17, 21-23.

Matthews, G.A. 1979a. Equipment for Controlled Droplet Application of pesticides. *International Pest Control*, november/december 1979, 139-140, 142, 151.

Matthews, G.A. 1979b. *Pesticide application methods*. London. Longman.

May, M. 1982. Some conclusions from the 1981 WRO experiments on high pressure applications and repeated low doses of Betanal E and Goltix. *British Sugar Beet Review*, 50, 24, 26, 28.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1981. *Controlled Droplet Application of Agricultural Chemicals*. Leaflet 792, 12 sid.

Nilsson, S. 1983. Bandsprutning med små vätskemängder. Centrifugalspridare-hydrauliska spridare, en jämförelse. (Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för arbetsmetodik och teknik, Rapport 81). 45 sid. Uppsala.

Patel, S.L. 1981. Pesticide Spray Volume Determination. *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, 12(4), 35-40.

Roehl, L.J. 1982. Row crop sprayer evaluation. ASAE 1982 Summer Meeting. ASAE paper 82-1007.

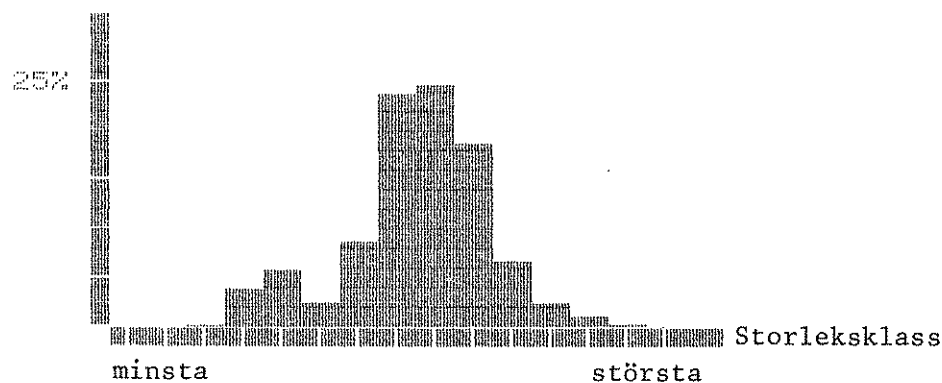
Smith, J. 1983. Sugar beet weed control. *British Sugar Beet Review*, 51, 24-29.

Taylor, W.A., Merritt, C.R. & Drinkwater, J.A. 1976. An experimental, tractormounted, very low volume uniform-drop-size sprayer. *Weed Research*, 16, 203-208.

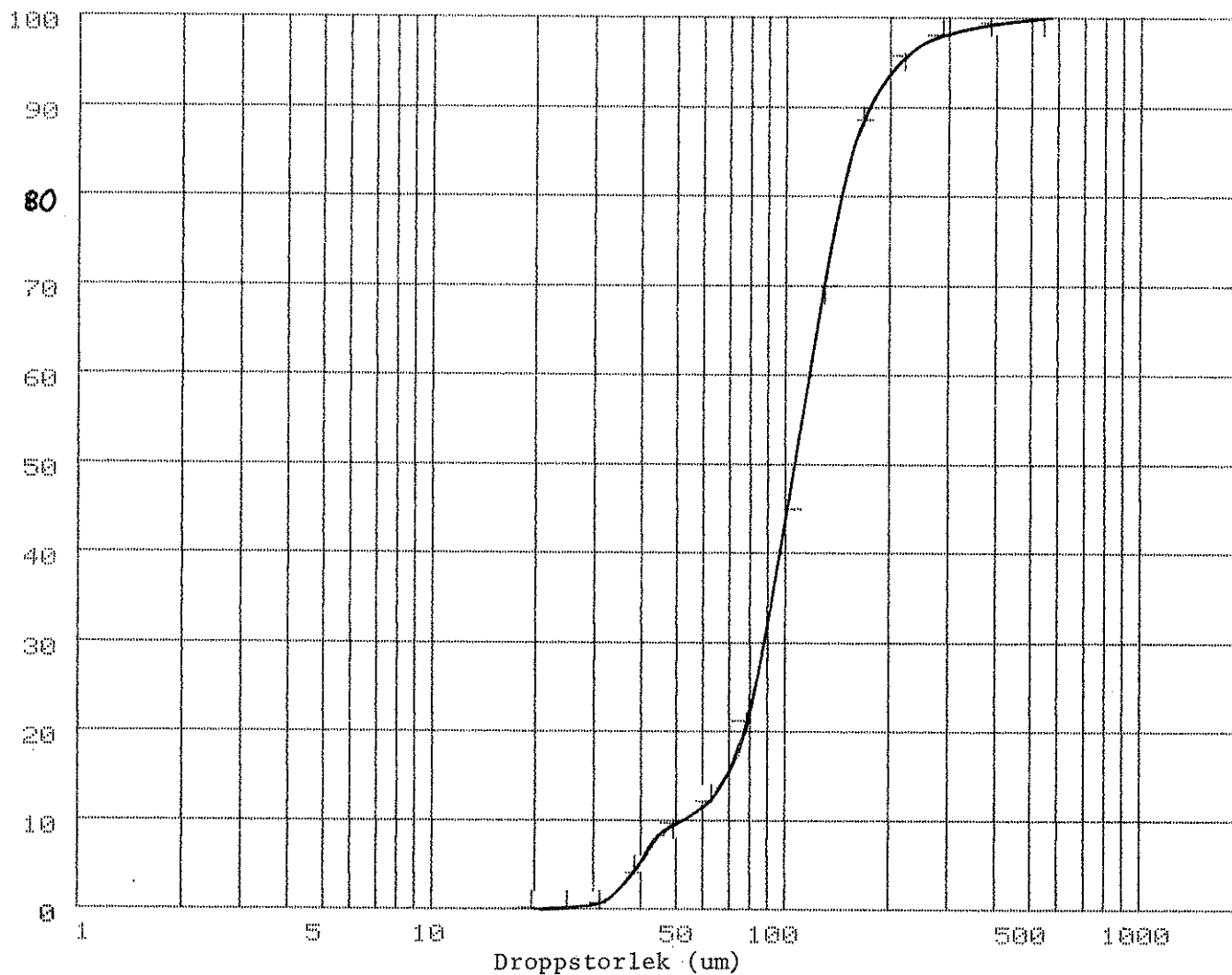
Droppstorleksfördelning för SS 110 01 vid 300 kPa i punkt A (led B och b)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1879.9	872.0	100.0	0.0	0.0	100	100
872.0	404.5	99.9	0.1	0.1	149	146
404.5	201.1	99.4	0.6	0.6	233	231
201.1	100.6	98.8	1.2	1.2	366	366
100.6	50.3	97.6	2.4	2.4	560	560
50.3	25.1	95.2	4.8	4.8	844	844
25.1	12.6	90.4	9.6	9.6	1200	1200
12.6	6.3	80.8	19.2	19.2	1672	1672
6.3	3.1	61.6	38.4	38.4	1991	1991
3.1	1.6	23.2	76.8	76.8	2847	2847
1.6	0.8	4.4	153.6	153.6	1761	1761
0.8	0.4	0.0	307.2	307.2	1400	1400
0.4	0.2	0.0	614.4	614.4	1131	1131
0.2	0.1	0.0	1228.8	1228.8	976	976
0.1	0.0	0.0	2457.6	2457.6	797	797

% av duschens tot. vol.

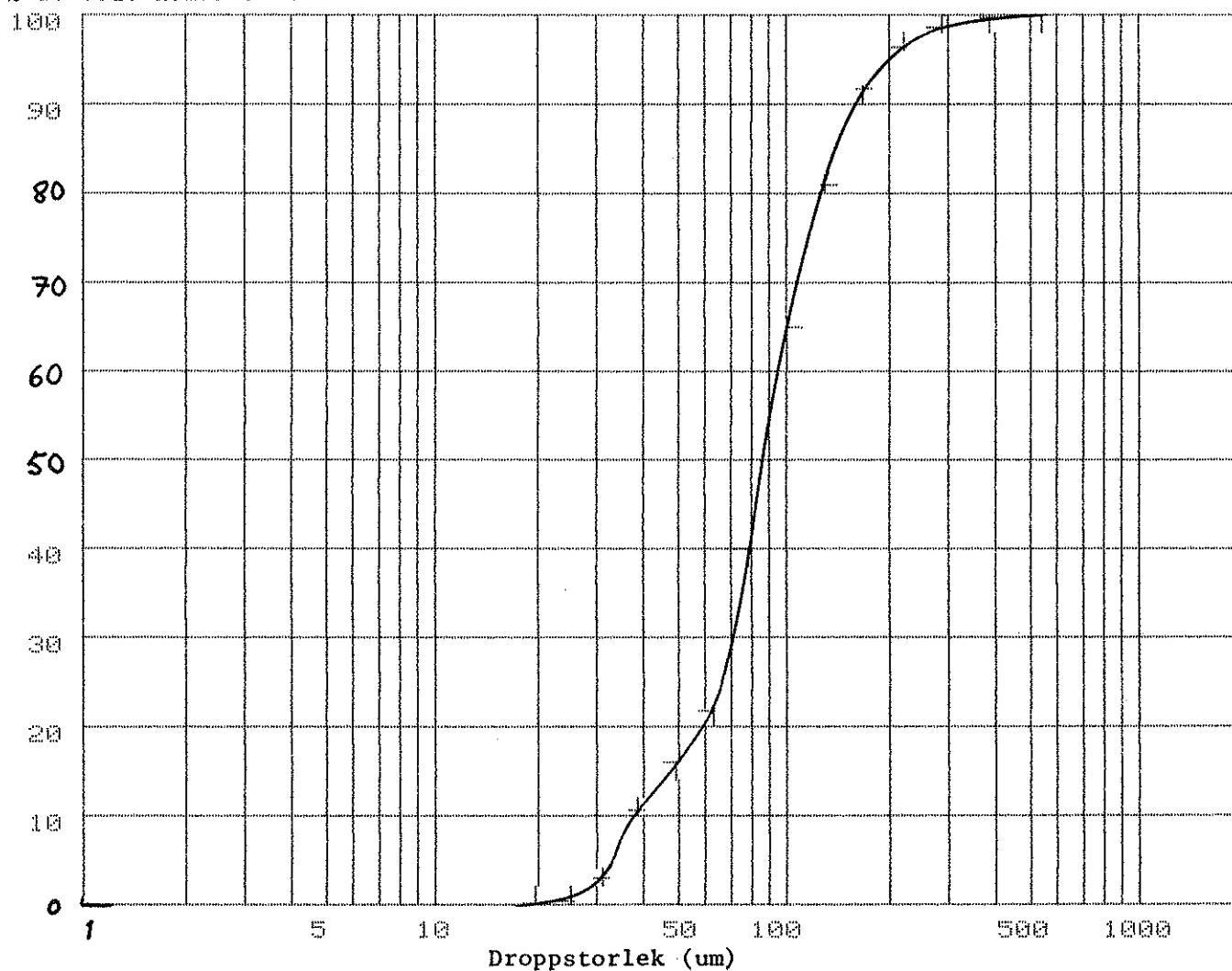
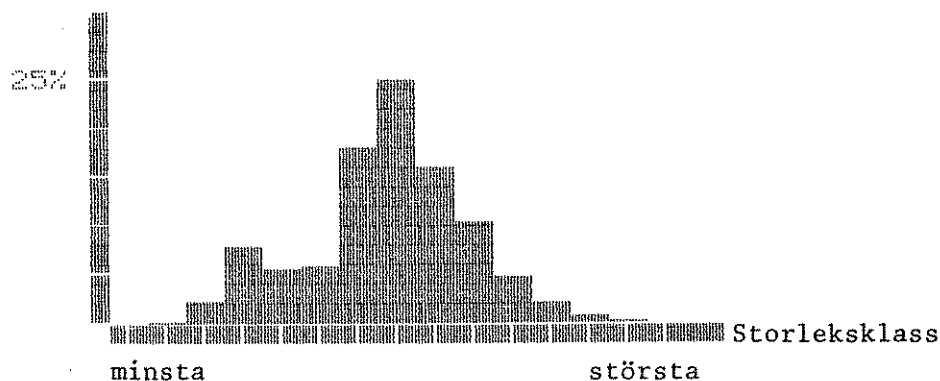


% av vol. kumulativt



Droppstorleksfördelning för SS 110 01 vid 700 kPa i punkt A (led C och c)

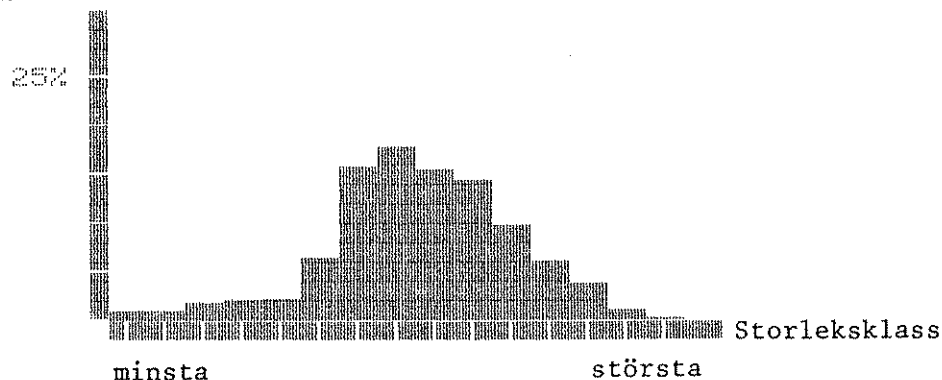
Klassgränser (um)		Kumulativ	Volym i	Kumulativ	Ljusenergi	
Nedre	Övre	volym under	klassen	volym över	Omräknad	Uppmätt
187	190	100	0	0	79	82
190	193	100	0	0	110	105
193	196	100	0	0	169	170
196	199	100	0	0	264	260
199	202	100	0	0	416	418
202	205	100	0	0	641	639
205	208	100	0	0	943	943
208	211	100	0	0	1395	1365
211	214	100	0	0	1760	1760
214	217	100	0	0	2060	2064
217	220	100	0	0	2300	2311
220	223	100	0	0	2500	2557
223	226	100	0	0	2640	2640
226	229	100	0	0	2640	2640
229	232	100	0	0	2640	2640
232	235	100	0	0	2640	2640
235	238	100	0	0	2640	2640
238	241	100	0	0	2640	2640
241	244	100	0	0	2640	2640
244	247	100	0	0	2640	2640
247	250	100	0	0	2640	2640
250	253	100	0	0	2640	2640
253	256	100	0	0	2640	2640
256	259	100	0	0	2640	2640
259	262	100	0	0	2640	2640
262	265	100	0	0	2640	2640
265	268	100	0	0	2640	2640
268	271	100	0	0	2640	2640
271	274	100	0	0	2640	2640
274	277	100	0	0	2640	2640
277	280	100	0	0	2640	2640
280	283	100	0	0	2640	2640
283	286	100	0	0	2640	2640
286	289	100	0	0	2640	2640
289	292	100	0	0	2640	2640
292	295	100	0	0	2640	2640
295	298	100	0	0	2640	2640
298	301	100	0	0	2640	2640
301	304	100	0	0	2640	2640
304	307	100	0	0	2640	2640
307	310	100	0	0	2640	2640
310	313	100	0	0	2640	2640
313	316	100	0	0	2640	2640
316	319	100	0	0	2640	2640
319	322	100	0	0	2640	2640
322	325	100	0	0	2640	2640
325	328	100	0	0	2640	2640
328	331	100	0	0	2640	2640
331	334	100	0	0	2640	2640
334	337	100	0	0	2640	2640
337	340	100	0	0	2640	2640
340	343	100	0	0	2640	2640
343	346	100	0	0	2640	2640
346	349	100	0	0	2640	2640
349	352	100	0	0	2640	2640
352	355	100	0	0	2640	2640
355	358	100	0	0	2640	2640
358	361	100	0	0	2640	2640
361	364	100	0	0	2640	2640
364	367	100	0	0	2640	2640
367	370	100	0	0	2640	2640
370	373	100	0	0	2640	2640
373	376	100	0	0	2640	2640
376	379	100	0	0	2640	2640
379	382	100	0	0	2640	2640
382	385	100	0	0	2640	2640
385	388	100	0	0	2640	2640
388	391	100	0	0	2640	2640
391	394	100	0	0	2640	2640
394	397	100	0	0	2640	2640
397	400	100	0	0	2640	2640
400	403	100	0	0	2640	2640
403	406	100	0	0	2640	2640
406	409	100	0	0	2640	2640
409	412	100	0	0	2640	2640
412	415	100	0	0	2640	2640
415	418	100	0	0	2640	2640
418	421	100	0	0	2640	2640
421	424	100	0	0	2640	2640
424	427	100	0	0	2640	2640
427	430	100	0	0	2640	2640
430	433	100	0	0	2640	2640
433	436	100	0	0	2640	2640
436	439	100	0	0	2640	2640
439	442	100	0	0	2640	2640
442	445	100	0	0	2640	2640
445	448	100	0	0	2640	2640
448	451	100	0	0	2640	2640
451	454	100	0	0	2640	2640
454	457	100	0	0	2640	2640
457	460	100	0	0	2640	2640
460	463	100	0	0	2640	2640
463	466	100	0	0	2640	2640
466	469	100	0	0	2640	2640
469	472	100	0	0	2640	2640
472	475	100	0	0	2640	2640
475	478	100	0	0	2640	2640
478	481	100	0	0	2640	2640
481	484	100	0	0	2640	2640
484	487	100	0	0	2640	2640
487	490	100	0	0	2640	2640
490	493	100	0	0	2640	2640
493	496	100	0	0	2640	2640
496	499	100	0	0	2640	2640
499	502	100	0	0	2640	2640
502	505	100	0	0	2640	2640
505	508	100	0	0	2640	2640
508	511	100	0	0	2640	2640
511	514	100	0	0	2640	2640
514	517	100	0	0	2640	2640
517	520	100	0	0	2640	2640
520	523	100	0	0	2640	2640
523	526	100	0	0	2640	2640
526	529	100	0	0	2640	2640
529	532	100	0	0	2640	2640
532	535	100	0	0	2640	2640
535	538	100	0	0	2640	2640
538	541	100	0	0	2640	2640
541	544	100	0	0	2640	2640
544	547	100	0	0	2640	2640
547	550	100	0	0	2640	2640
550	553	100	0	0	2640	2640
553	556	100	0	0	2640	2640
556	559	100	0	0	2640	2640
559	562	100	0	0	2640	2640
562	565	100	0	0	2640	2640
565	568	100	0	0	2640	2640
568	571	100	0	0	2640	2640
571	574	100	0	0	2640	2640
574	577	100	0	0	2640	2640
577	580	100	0	0	2640	2640
580	583	100	0	0	2640	2640
583	586	100	0	0	2640	2640
586	589	100	0	0	2640	2640
589	592	100	0	0	2640	2640
592	595	100	0	0	2640	2640
595	598	100	0	0	2640	2640
598	601	100	0	0	2640	2640
601	604	100	0	0	2640	2640
604	607	100	0	0	2640	2640
607	610	100	0	0	2640	2640
610	613	100	0	0	2640	2640
613	616	100	0	0	2640	2640
616	619	100	0	0	2640	2640
619	622	100	0	0	2640	2640
622	625	100	0	0	2640	2640
625	628	100	0	0	2640	2640
628	631	100	0	0	2640	2640
631	634	100	0	0	2640	2640
634	637	100	0	0	2640	2640
637	640	100	0	0	2640	2640
640	643	100	0	0	2640	2640
643	646	100	0	0	2640	2640
646	649	100	0	0	2640	2640
649	652	100	0	0	2640	2640
652	655	100	0	0	2640	2640
655	658	100	0	0	2640	2640
658	661	100	0	0	2640	2640
661	664	100	0	0	2640	2640
664	667	100	0	0	2640	2640
667	670	100	0	0	2640	2640
670	673	100	0	0	2640	2640
673	676	100	0	0	2640	2640
676	679	100	0	0	2640	2640
679	682	100	0	0	2640	2640
682	685	100	0	0	2640	2640
685	688	100	0	0	2640	2640
688	691	100	0	0	2640	2640
691	694	100	0	0	2640	2640
694	697	100	0	0	2640	2640
697	700	100	0	0	2640	2640
700	703	100	0	0	2640	2640
703	706	100	0	0	2640	2640
706	709	100	0	0	2640	2640
709	712	100	0	0	2640	2640
712	715	100	0	0	2640	2640
715	718	100	0	0	2640	2640
718	721	100	0	0	2640	2640
721	724	100	0	0	2640	2640
724	727	100	0	0	2640	2640
727	730	100	0	0	2640	2640
730	733	100	0	0	2640	2640
733	736	100	0	0	2640	2640
736	739	100	0	0	2640	2640
739	742	100	0	0	2640	2640
742	745	100	0	0	2640	2640
745	748	100	0	0	2640	2640
748	751	100	0	0	2640	2640
751	754	100	0	0	2640	2640
754	757	100	0	0	2640	2640
757	760	100	0	0	2640	2640
760	763	100	0	0	2640	2640
763	766	100	0	0	2640	2640
766	769	100	0	0	2640	2640
769	772	100	0	0	2640	2640
772	775	100	0	0	2640	2640
775	778	100	0	0	2640	2640
778	781	100	0	0	2640	2640
781	784	100	0	0	2640	2640
784	787	100	0	0	2640	2640
787	790	100	0	0	2640	2640
790	793	100	0	0	2640	2640
793	796	100	0	0	2640	2640
796	799	100	0	0	2640	2640
799	802	100	0	0	2640	2640
802	805	100	0	0	2640	2640
805	808	100	0	0	2640	2640
808	811	100	0	0	2640	2640
811	814	100	0	0	2640	2640
814	817	100	0	0	2640	2640
817	820	100	0	0	2640	2640
820	823	100	0	0	2640	



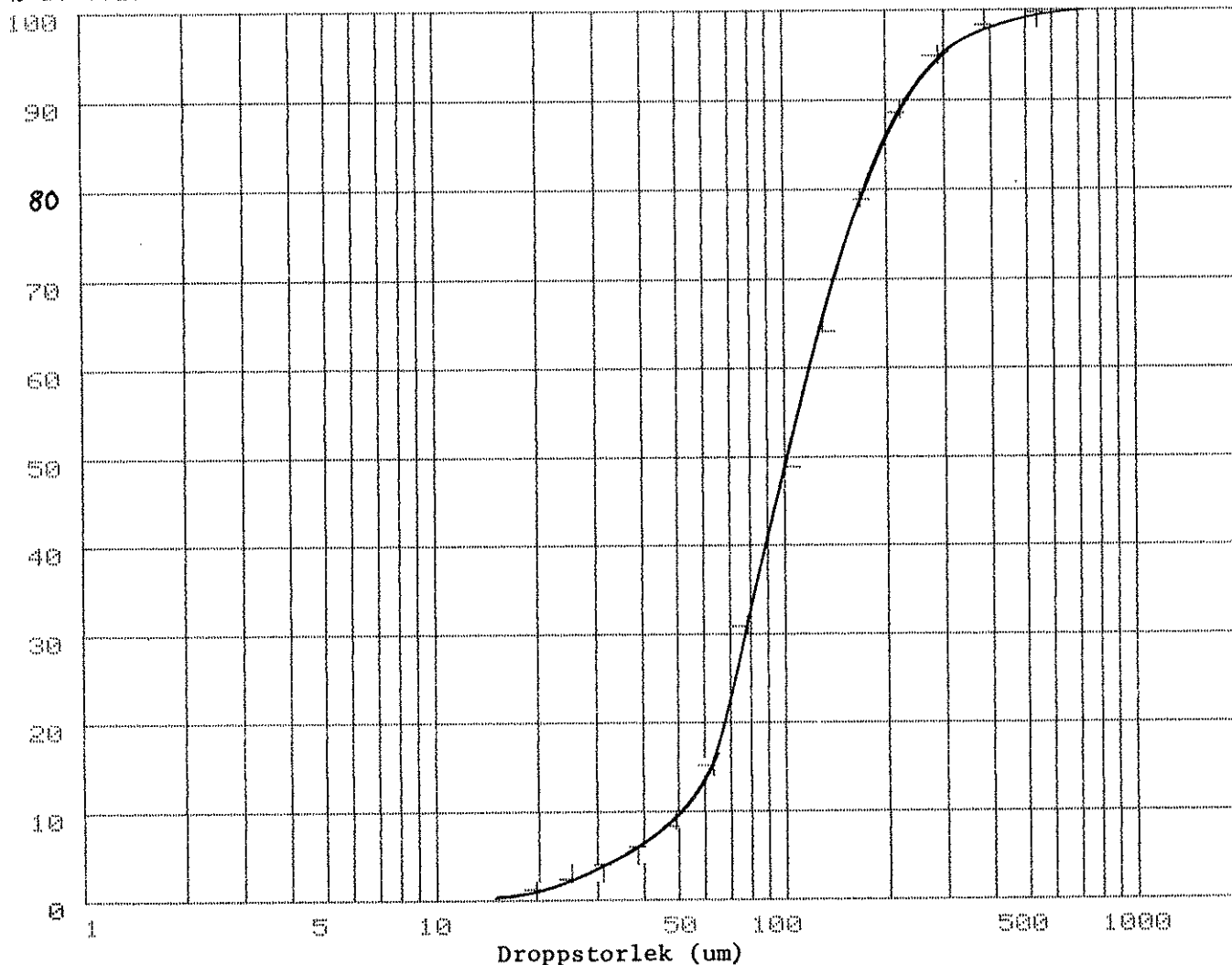
Dropstorleksfördelning för SS 8001-E vid 300 kPa i punkt A (led D och d)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1079.0	872.0	100.0	0.0	0.0	9.0	9.0
872.0	672.0	99.0	1.0	1.0	1.0	1.0
672.0	472.0	98.0	1.0	2.0	2.0	2.0
472.0	272.0	97.0	1.0	3.0	3.0	3.0
272.0	172.0	96.0	1.0	4.0	4.0	4.0
172.0	125.0	95.0	1.0	5.0	5.0	5.0
125.0	100.0	94.0	1.0	6.0	6.0	6.0
100.0	75.0	93.0	1.0	7.0	7.0	7.0
75.0	60.0	92.0	1.0	8.0	8.0	8.0
60.0	45.0	91.0	1.0	9.0	9.0	9.0
45.0	30.0	90.0	1.0	10.0	10.0	10.0
30.0	20.0	89.0	1.0	11.0	11.0	11.0
20.0	15.0	88.0	1.0	12.0	12.0	12.0
15.0	10.0	87.0	1.0	13.0	13.0	13.0
10.0	7.5	86.0	1.0	14.0	14.0	14.0
7.5	5.0	85.0	1.0	15.0	15.0	15.0
5.0	3.0	84.0	1.0	16.0	16.0	16.0
3.0	2.0	83.0	1.0	17.0	17.0	17.0
2.0	1.5	82.0	1.0	18.0	18.0	18.0
1.5	1.0	81.0	1.0	19.0	19.0	19.0
1.0	0.75	80.0	1.0	20.0	20.0	20.0
0.75	0.5	79.0	1.0	21.0	21.0	21.0
0.5	0.3	78.0	1.0	22.0	22.0	22.0
0.3	0.2	77.0	1.0	23.0	23.0	23.0
0.2	0.1	76.0	1.0	24.0	24.0	24.0
0.1	0.0	75.0	1.0	25.0	25.0	25.0
0.0	0.0	74.0	1.0	26.0	26.0	26.0
0.0	0.0	73.0	1.0	27.0	27.0	27.0
0.0	0.0	72.0	1.0	28.0	28.0	28.0
0.0	0.0	71.0	1.0	29.0	29.0	29.0
0.0	0.0	70.0	1.0	30.0	30.0	30.0
0.0	0.0	69.0	1.0	31.0	31.0	31.0
0.0	0.0	68.0	1.0	32.0	32.0	32.0
0.0	0.0	67.0	1.0	33.0	33.0	33.0
0.0	0.0	66.0	1.0	34.0	34.0	34.0
0.0	0.0	65.0	1.0	35.0	35.0	35.0
0.0	0.0	64.0	1.0	36.0	36.0	36.0
0.0	0.0	63.0	1.0	37.0	37.0	37.0
0.0	0.0	62.0	1.0	38.0	38.0	38.0
0.0	0.0	61.0	1.0	39.0	39.0	39.0
0.0	0.0	60.0	1.0	40.0	40.0	40.0
0.0	0.0	59.0	1.0	41.0	41.0	41.0
0.0	0.0	58.0	1.0	42.0	42.0	42.0
0.0	0.0	57.0	1.0	43.0	43.0	43.0
0.0	0.0	56.0	1.0	44.0	44.0	44.0
0.0	0.0	55.0	1.0	45.0	45.0	45.0
0.0	0.0	54.0	1.0	46.0	46.0	46.0
0.0	0.0	53.0	1.0	47.0	47.0	47.0
0.0	0.0	52.0	1.0	48.0	48.0	48.0
0.0	0.0	51.0	1.0	49.0	49.0	49.0
0.0	0.0	50.0	1.0	50.0	50.0	50.0
0.0	0.0	49.0	1.0	51.0	51.0	51.0
0.0	0.0	48.0	1.0	52.0	52.0	52.0
0.0	0.0	47.0	1.0	53.0	53.0	53.0
0.0	0.0	46.0	1.0	54.0	54.0	54.0
0.0	0.0	45.0	1.0	55.0	55.0	55.0
0.0	0.0	44.0	1.0	56.0	56.0	56.0
0.0	0.0	43.0	1.0	57.0	57.0	57.0
0.0	0.0	42.0	1.0	58.0	58.0	58.0
0.0	0.0	41.0	1.0	59.0	59.0	59.0
0.0	0.0	40.0	1.0	60.0	60.0	60.0
0.0	0.0	39.0	1.0	61.0	61.0	61.0
0.0	0.0	38.0	1.0	62.0	62.0	62.0
0.0	0.0	37.0	1.0	63.0	63.0	63.0
0.0	0.0	36.0	1.0	64.0	64.0	64.0
0.0	0.0	35.0	1.0	65.0	65.0	65.0
0.0	0.0	34.0	1.0	66.0	66.0	66.0
0.0	0.0	33.0	1.0	67.0	67.0	67.0
0.0	0.0	32.0	1.0	68.0	68.0	68.0
0.0	0.0	31.0	1.0	69.0	69.0	69.0
0.0	0.0	30.0	1.0	70.0	70.0	70.0
0.0	0.0	29.0	1.0	71.0	71.0	71.0
0.0	0.0	28.0	1.0	72.0	72.0	72.0
0.0	0.0	27.0	1.0	73.0	73.0	73.0
0.0	0.0	26.0	1.0	74.0	74.0	74.0
0.0	0.0	25.0	1.0	75.0	75.0	75.0
0.0	0.0	24.0	1.0	76.0	76.0	76.0
0.0	0.0	23.0	1.0	77.0	77.0	77.0
0.0	0.0	22.0	1.0	78.0	78.0	78.0
0.0	0.0	21.0	1.0	79.0	79.0	79.0
0.0	0.0	20.0	1.0	80.0	80.0	80.0
0.0	0.0	19.0	1.0	81.0	81.0	81.0
0.0	0.0	18.0	1.0	82.0	82.0	82.0
0.0	0.0	17.0	1.0	83.0	83.0	83.0
0.0	0.0	16.0	1.0	84.0	84.0	84.0
0.0	0.0	15.0	1.0	85.0	85.0	85.0
0.0	0.0	14.0	1.0	86.0	86.0	86.0
0.0	0.0	13.0	1.0	87.0	87.0	87.0
0.0	0.0	12.0	1.0	88.0	88.0	88.0
0.0	0.0	11.0	1.0	89.0	89.0	89.0
0.0	0.0	10.0	1.0	90.0	90.0	90.0
0.0	0.0	9.0	1.0	91.0	91.0	91.0
0.0	0.0	8.0	1.0	92.0	92.0	92.0
0.0	0.0	7.0	1.0	93.0	93.0	93.0
0.0	0.0	6.0	1.0	94.0	94.0	94.0
0.0	0.0	5.0	1.0	95.0	95.0	95.0
0.0	0.0	4.0	1.0	96.0	96.0	96.0
0.0	0.0	3.0	1.0	97.0	97.0	97.0
0.0	0.0	2.0	1.0	98.0	98.0	98.0
0.0	0.0	1.0	1.0	99.0	99.0	99.0
0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0

% av duschens tot. vol.



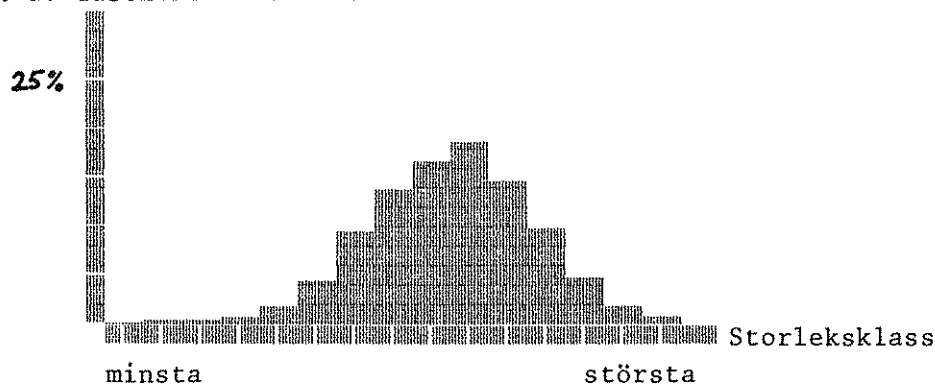
% av vol. kumulativt



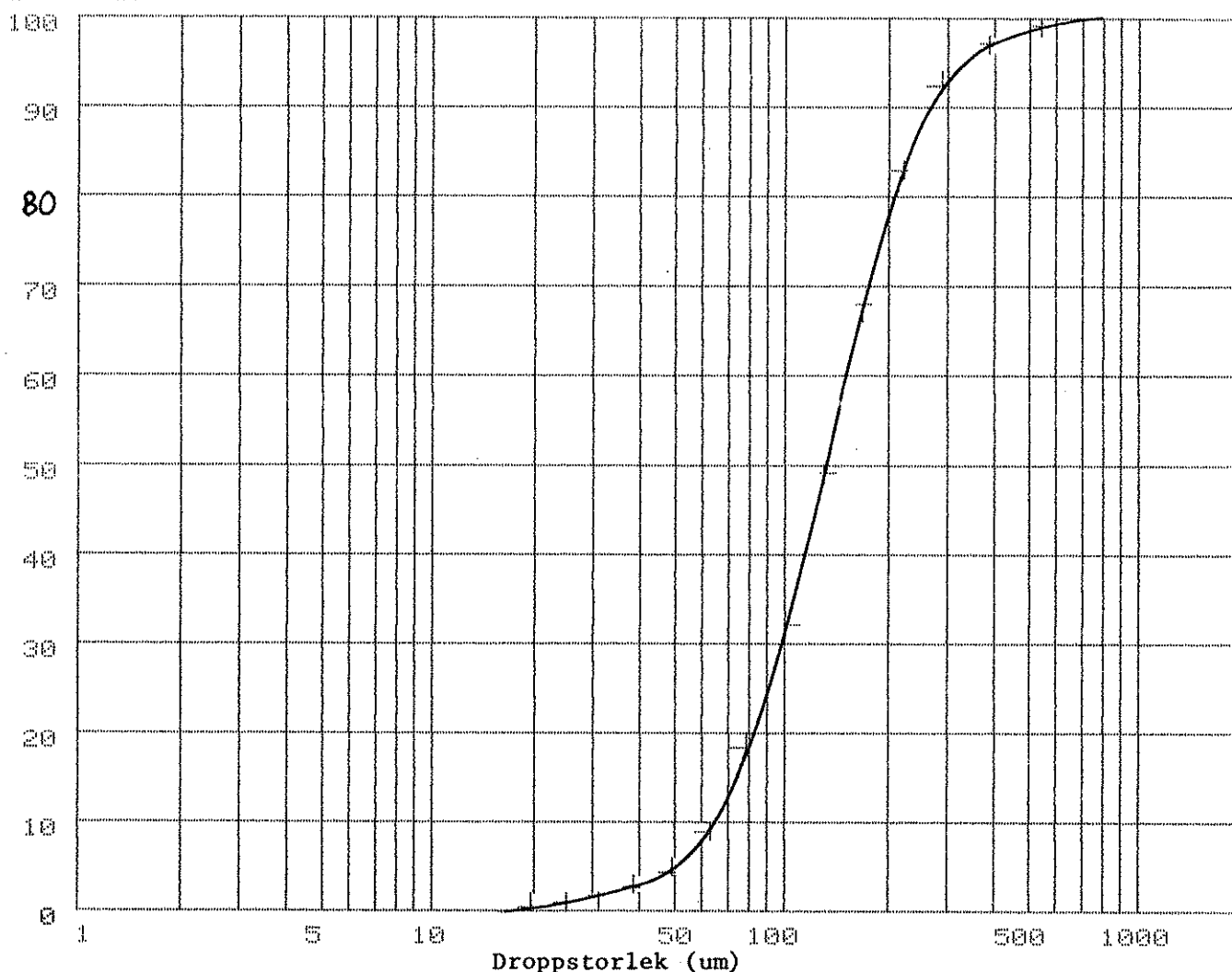
Droppstorleksfördelning för SS 8001-E vid 300 kPa i punkt B (led E och e)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1879.9	872.0	100.0	0.0	0.0	135	142
872.0	534.5	99.0	0.0	0.0	231	231
534.5	376.0	97.0	0.0	0.0	360	359
376.0	281.0	90.4	0.0	0.0	540	538
281.0	215.0	80.0	0.0	0.0	800	807
215.0	167.0	67.0	14.0	17.0	1137	1136
167.0	130.0	40.0	10.0	27.0	1537	1543
130.0	101.1	22.1	16.0	43.0	1874	1872
101.1	70.0	10.4	13.0	57.0	2047	2047
70.0	61.0	0.0	0.0	61.0	2011	2025
61.0	40.0	0.0	0.0	61.0	1770	1767
40.0	30.0	0.0	0.0	61.0	1466	1447
30.0	20.0	0.0	0.0	61.0	1132	1133
20.0	14.1	0.0	0.0	61.0	863	884
14.1	10.4	0.0	0.0	61.0	716	718

% av duschens tot. vol.



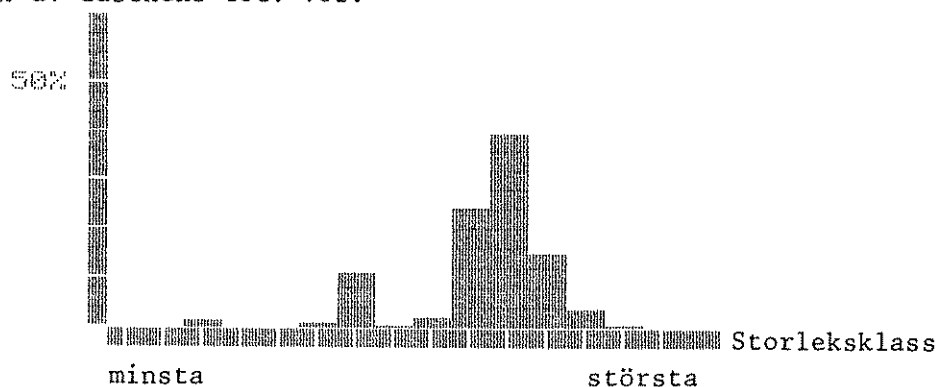
% av vol. kumulativt



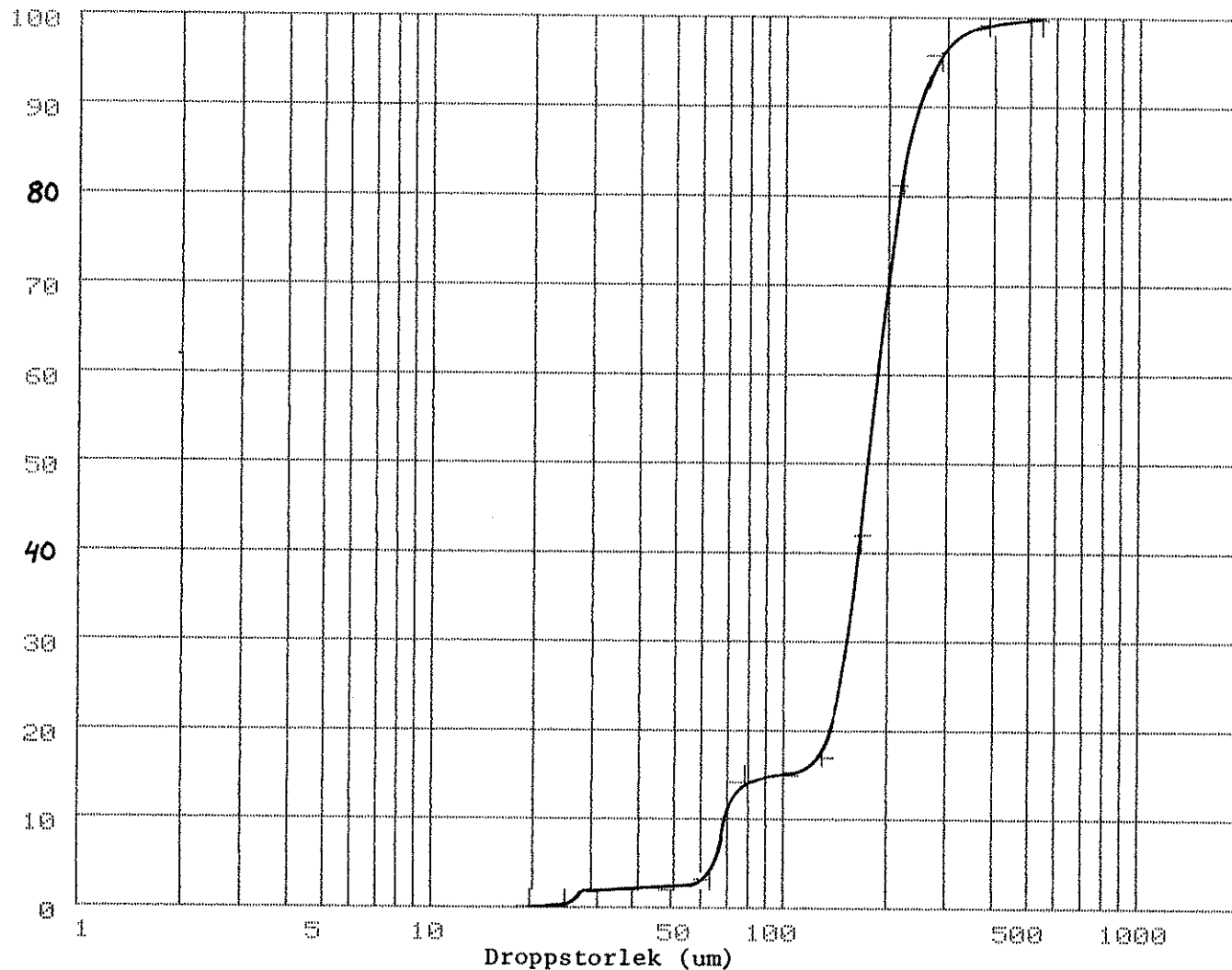
Droppstorleksfördelning för Micromax vid 0,127 l/min i punkt A (led h)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1879.9	937.9	100.0	0.0	0.0	2.2	2.2
872.0	436.0	99.7	0.3	0.3	0.5	0.5
324.0	162.0	99.4	0.6	0.6	0.5	0.5
376.0	188.0	95.6	4.4	4.4	0.1	0.1
200.0	100.0	91.1	14.9	14.9	1.1	1.2
81.0	40.5	41.0	50.0	50.0	1.6	1.6
210.0	105.0	17.0	24.0	24.0	2.0	2.0
167.0	83.5	14.0	24.0	24.0	2.0	2.0
130.0	65.0	14.1	24.0	24.0	2.0	2.0
101.1	50.6	14.1	24.0	24.0	2.0	2.0
70.0	35.0	3.2	10.0	10.0	1.0	1.0
61.5	30.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
40.0	20.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
30.0	15.0	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
20.2	10.1	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0
24.1	12.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

% av duschens tot. vol.



% av vol. kumulativt

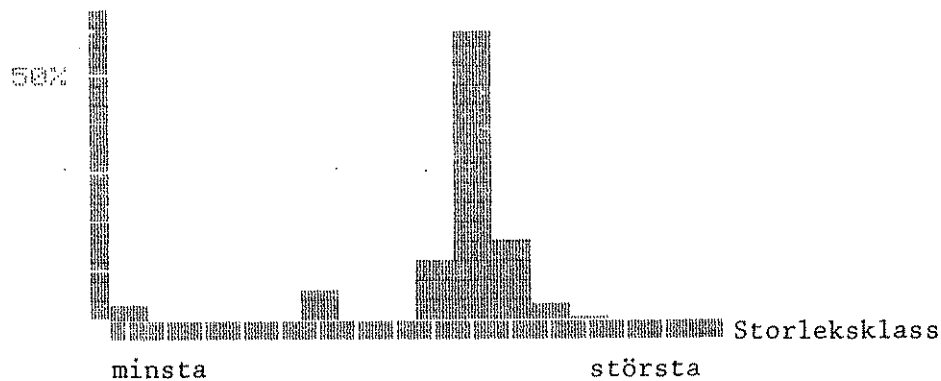




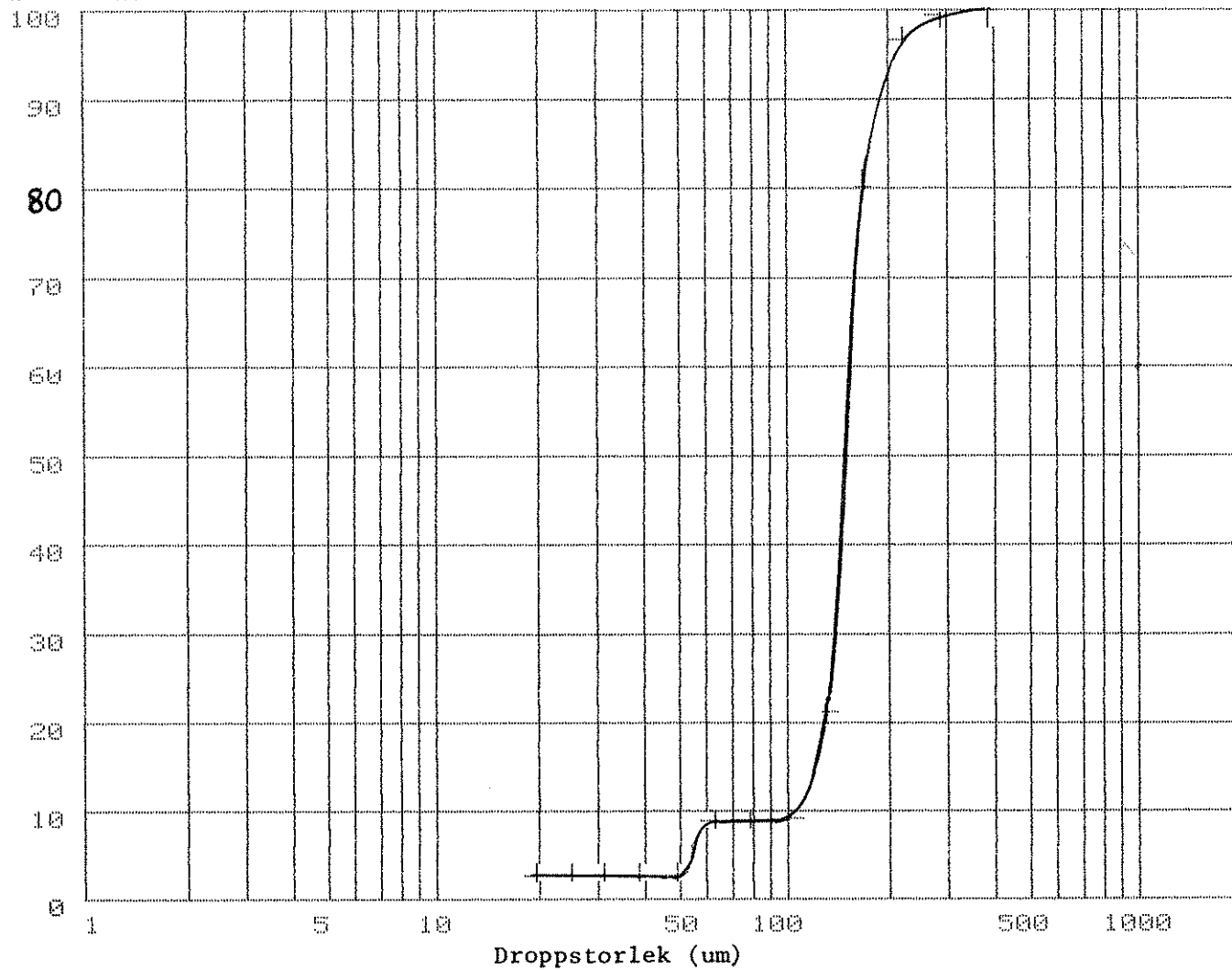
Droppstorleksfördelning för Girojet vid 0,300 l/min i punkt A (led i och k)

[illegible]

% av duschens tot. vol.



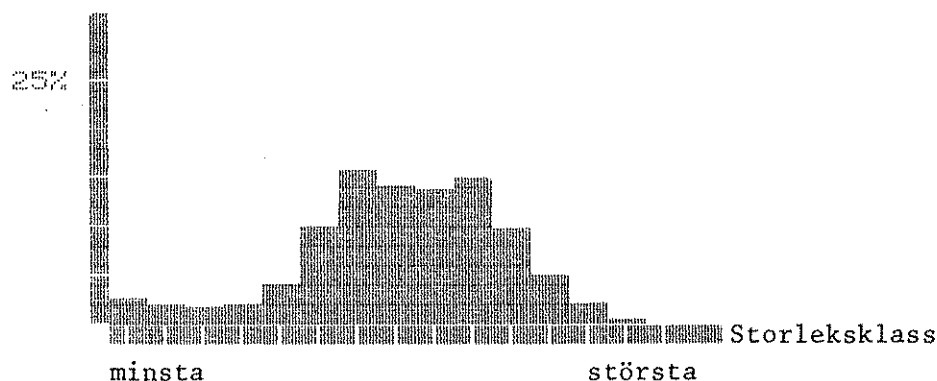
% av vol. kumulativt



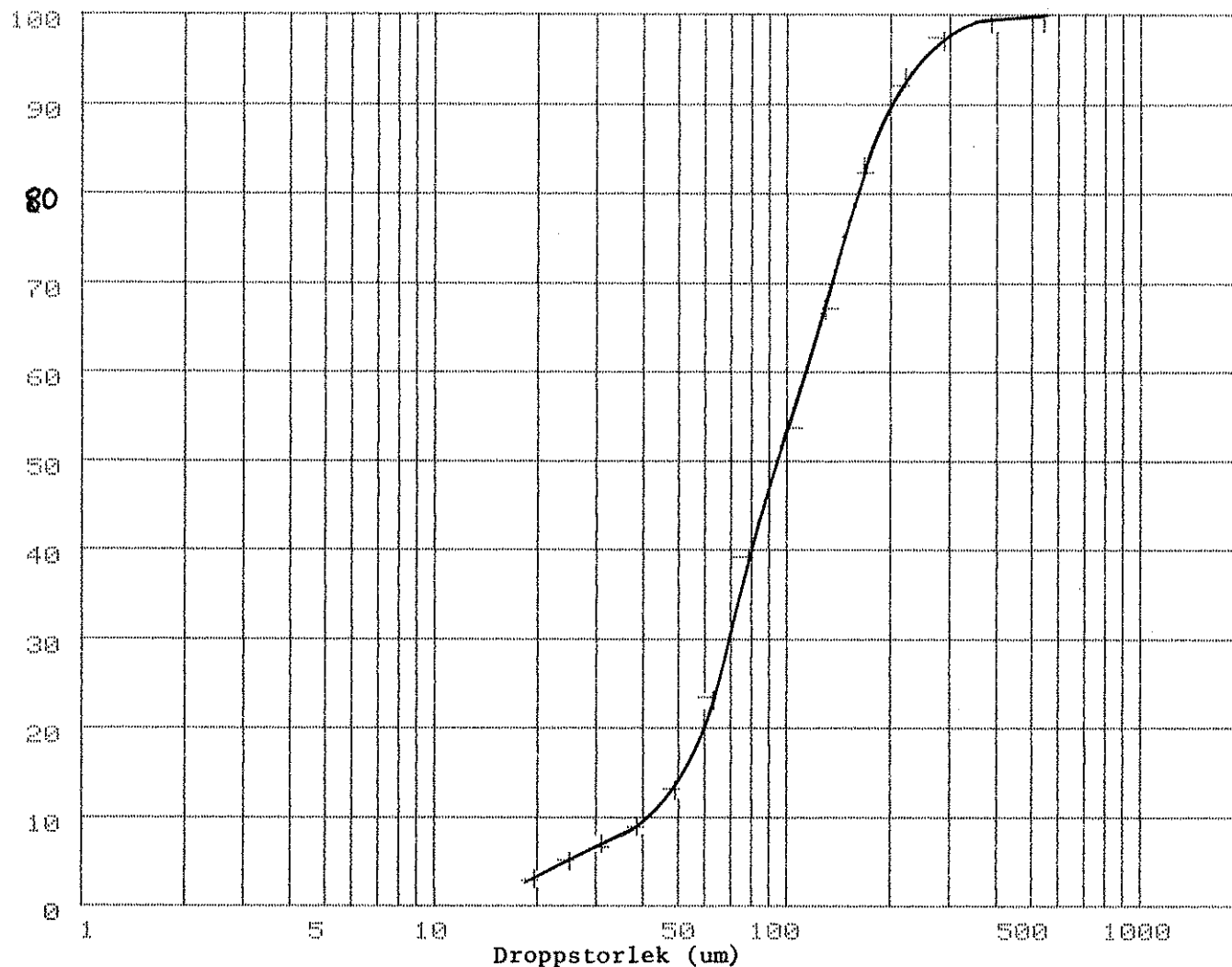
Droppstorleksfördelning för Girojet vid 0,300 l/min i punkt C (led i och k)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1879.9	972.0	1000.0	0.0	0.0	134	144
972.0	486.0	999.9	0.1	0.0	135	142
486.0	243.0	999.8	0.2	0.1	220	216
243.0	121.5	999.6	0.4	0.5	340	334
121.5	60.75	999.2	0.8	1.3	520	521
60.75	30.375	998.4	1.6	2.9	767	767
30.375	15.1875	996.8	3.2	6.1	1116	1116
15.1875	7.59375	993.6	6.4	12.5	1463	1463
7.59375	3.796875	987.2	12.8	25.3	1768	1768
3.796875	1.8984375	974.4	25.6	50.9	2000	2000
1.8984375	0.94921875	948.8	51.2	102.1	2047	2047
0.94921875	0.474609375	897.6	102.4	204.5	1987	1987
0.474609375	0.2373046875	795.2	204.8	409.3	1640	1640
0.2373046875	0.11865234375	590.4	409.6	818.9	1367	1367
0.11865234375	0.059326171875	185.6	819.2	1638.1	1197	1197

% av duschens tot. vol.



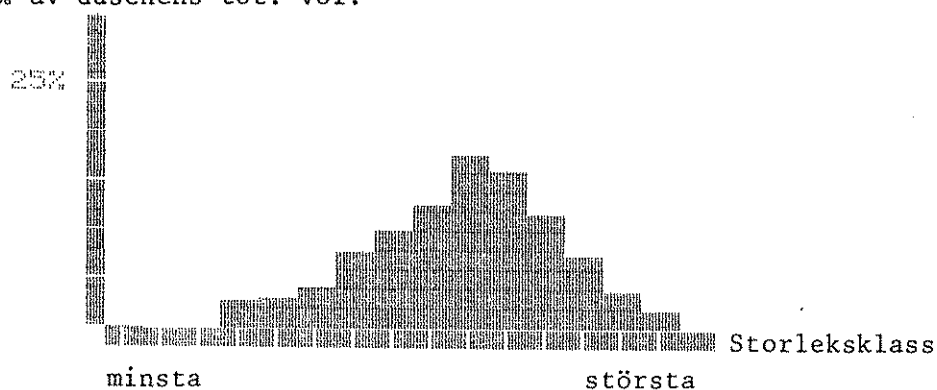
% av vol. kumulativt



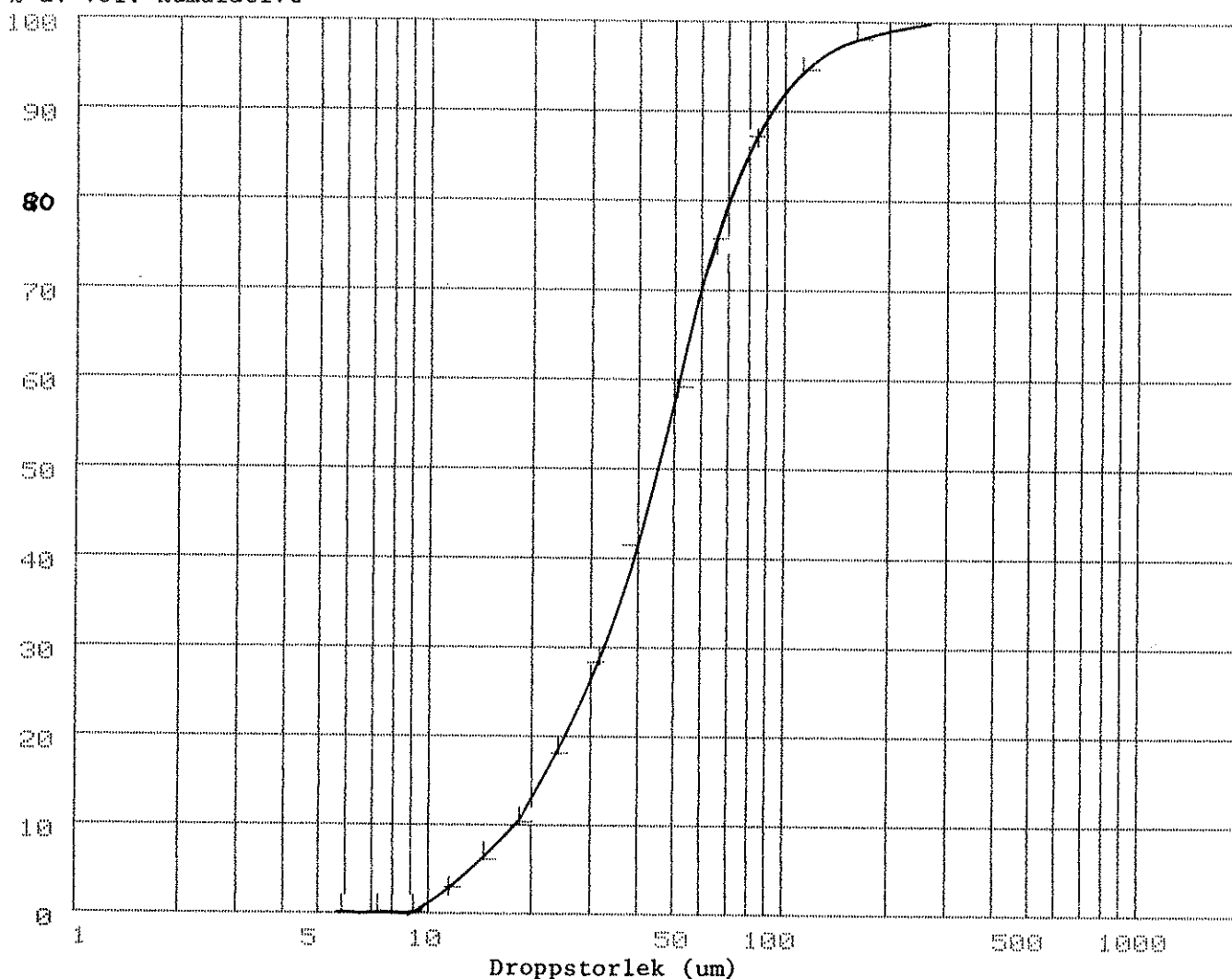
Droppstorleksfördelning för lufttillsatsspr. vid 0,120 l/min, 150 kPa  
vätsketryck och 70 kPa lufttryck i punkt A (led p)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
564.0	261.6	100.0	0.0	0.0	167	173
261.6	160.4	99.1	0.9	0.9	266	266
160.4	112.0	94.5	5.5	5.5	427	427
112.0	84.2	89.1	10.9	10.9	621	617
84.2	64.0	78.2	21.8	21.8	894	894
64.0	50.0	56.4	43.6	43.6	1217	1217
50.0	40.0	41.0	59.0	59.0	1616	1616
40.0	32.0	20.0	80.0	80.0	1906	1906
32.0	26.0	10.0	90.0	90.0	2047	2047
26.0	20.0	0.0	100.0	0.0	2047	2047
20.0	16.0	0.0	0.0	100.0	1906	1906
16.0	14.0	0.0	0.0	100.0	1724	1662
14.0	11.4	0.0	0.0	100.0	1440	1453
11.4	9.1	0.0	0.0	100.0	1168	1201
9.1	7.2	0.0	0.0	100.0	969	400

% av duschens tot. vol.



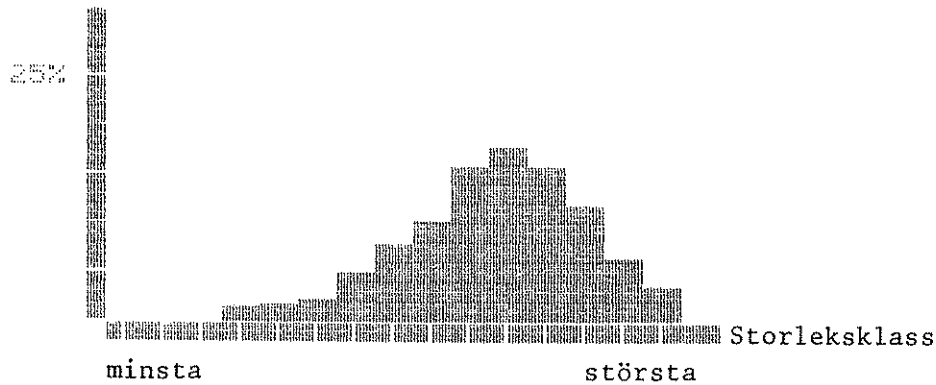
% av vol. kumulativt



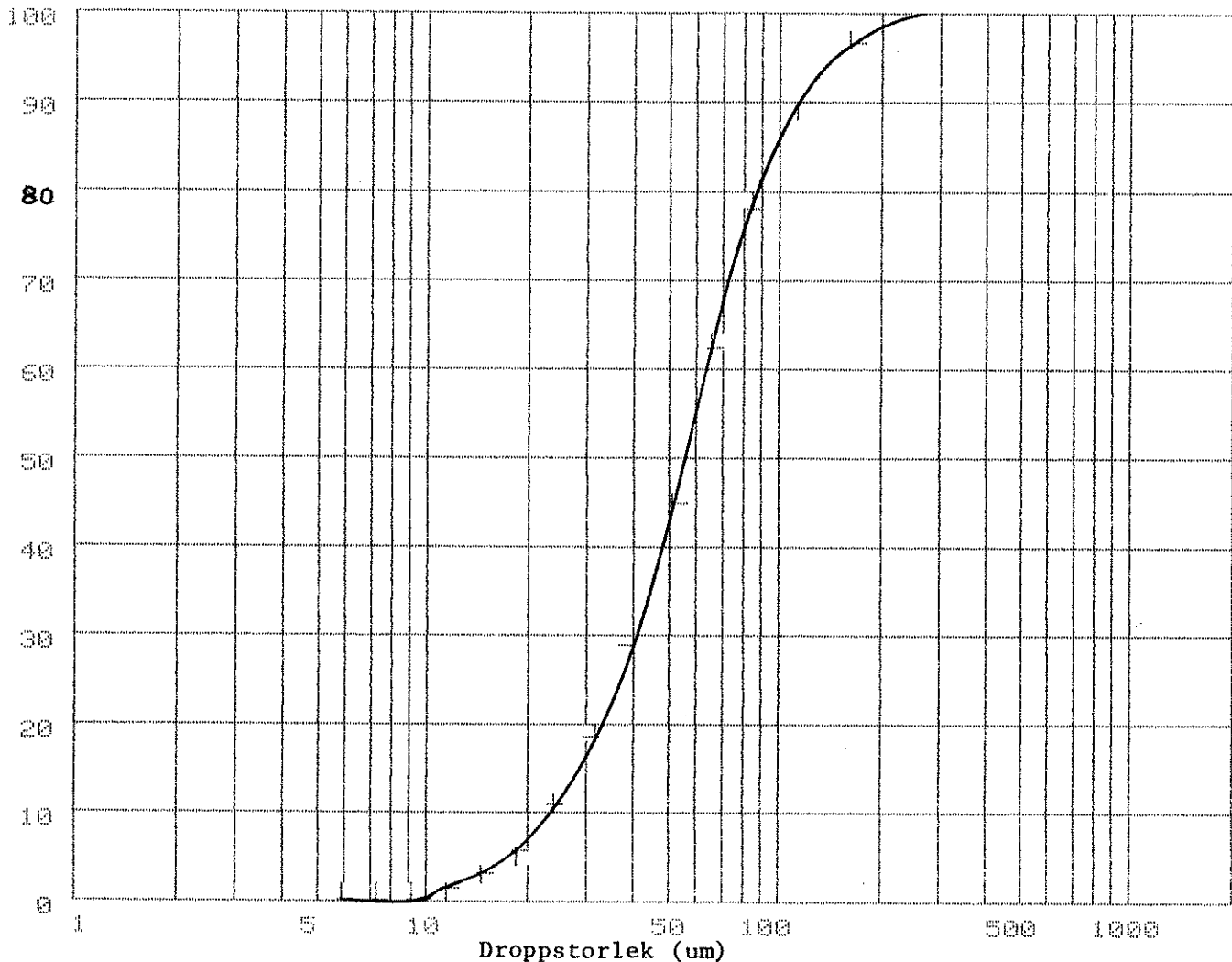
Droppstorleksfördelning för lufttillsatsspr. vid 0,120 l/min, 150 kPa  
vätsketryck och 70 kPa lufttryck i punkt B (led p)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
564.0	261.0	100.0	0.0	0.0	255	261
261.0	100.4	99.0	0.4	0.0	419	421
160.4	112.0	98.0	0.4	0.4	617	617
112.0	64.0	97.0	0.4	0.4	859	860
64.0	44.0	96.0	0.4	0.4	1104	1104
44.0	30.0	95.0	0.4	0.4	1510	1510
30.0	20.0	94.0	0.4	0.4	1876	1876
20.0	14.0	93.0	0.4	0.4	2047	2047
14.0	10.0	92.0	0.4	0.4	1912	1948
10.0	7.0	91.0	0.4	0.4	1780	1604
7.0	5.0	90.0	0.4	0.4	1470	1437
5.0	4.0	89.0	0.4	0.4	1192	1202
4.0	3.0	88.0	0.4	0.4	904	951
3.0	2.0	87.0	0.4	0.4	620	660

% av duschens tot. vol.



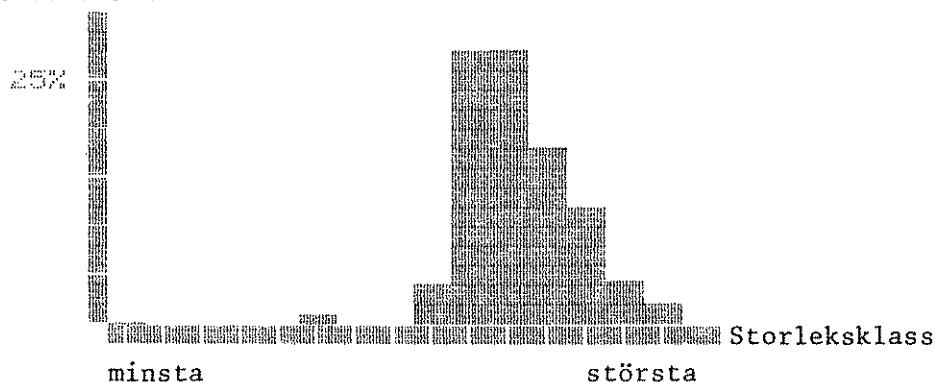
% av vol. kumulativt



Droppstorleksfördelning för luftturbindr. centrifugalspr. vid 0,095  
l/min i punkt B (led l,m och n)

Klassgränser (um)		Kumulativ volym under	Volym i klassen	Kumulativ volym över	Ljusenergi	
Nedre	Övre				Omräknad	Uppmätt
1120	0	1000	0	0	349	351
1000	0	1000	0	0	301	495
900	0	1000	0	0	260	714
800	0	1000	1	0	1000	1014
700	0	1000	10	0	1000	1000
600	0	1000	100	0	1774	1744
500	0	1000	200	0	2047	2047
400	0	1000	400	0	1964	1900
300	0	1000	600	0	1471	1201
200	0	1000	800	0	800	773
150	0	1000	1000	0	800	800
100	0	1000	1000	0	400	400
50	0	1000	1000	0	100	100
10	0	1000	1000	0	100	100
1	0	1000	1000	0	100	100

% av duschens tot. vol.



% av vol. kumulativt

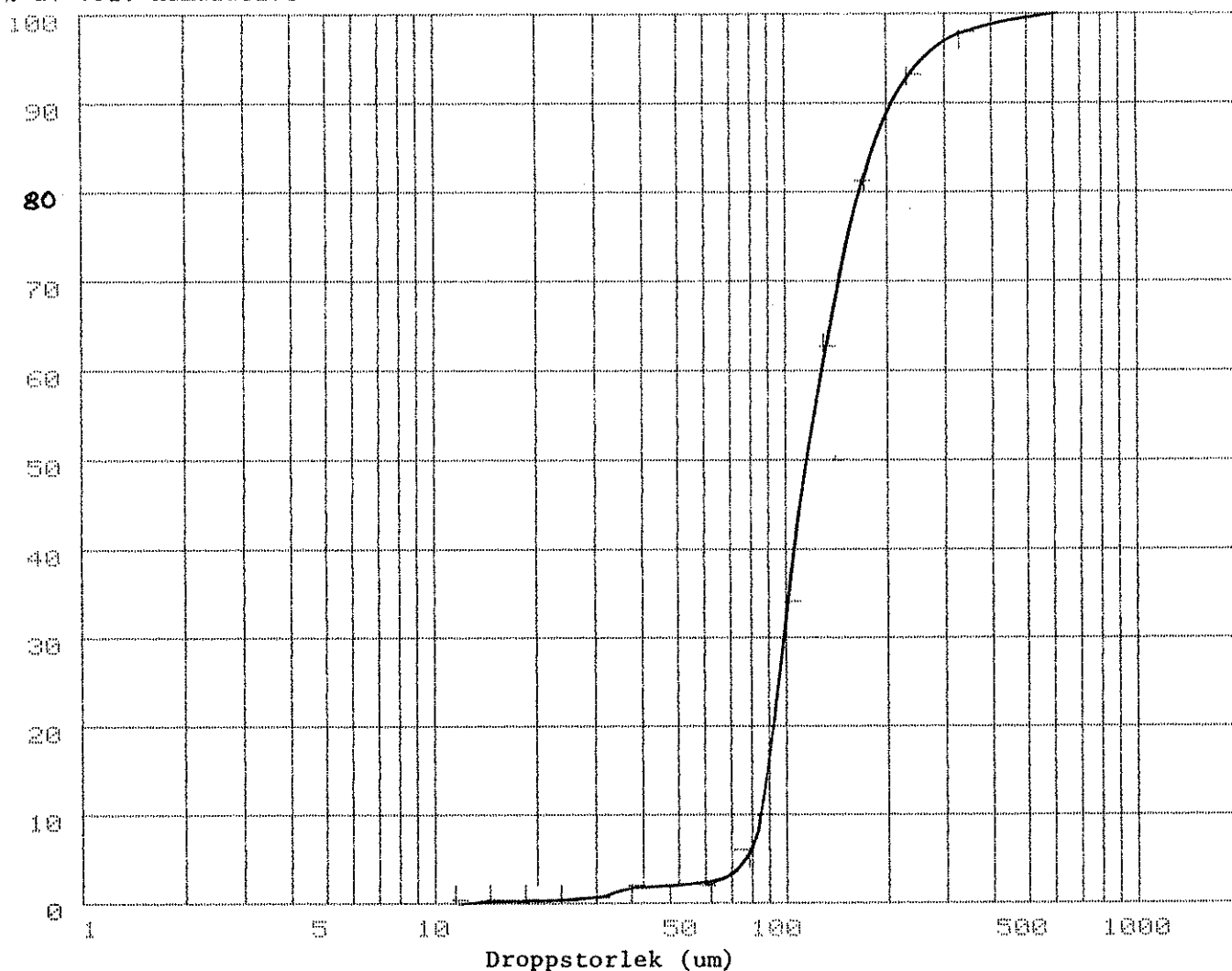


Bild 1.

Försöksbandspruta.

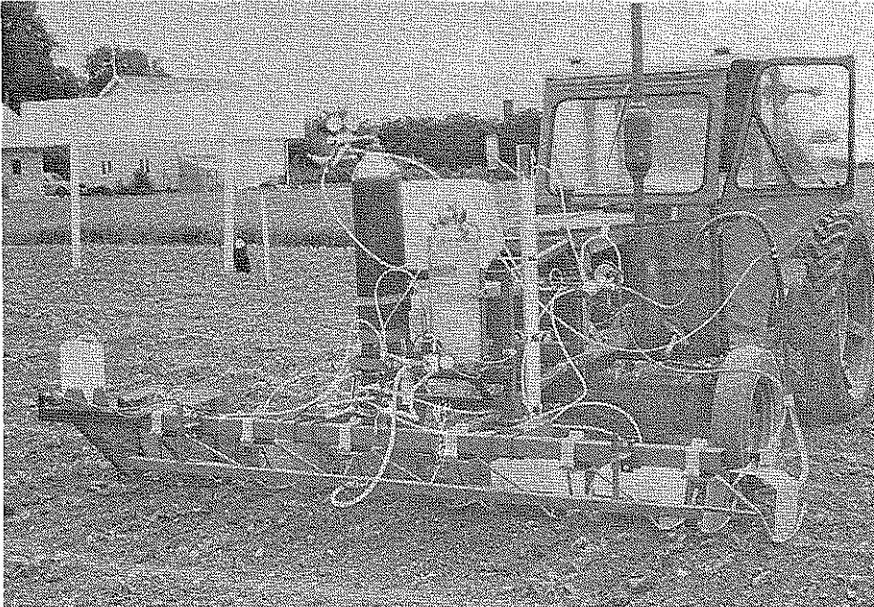


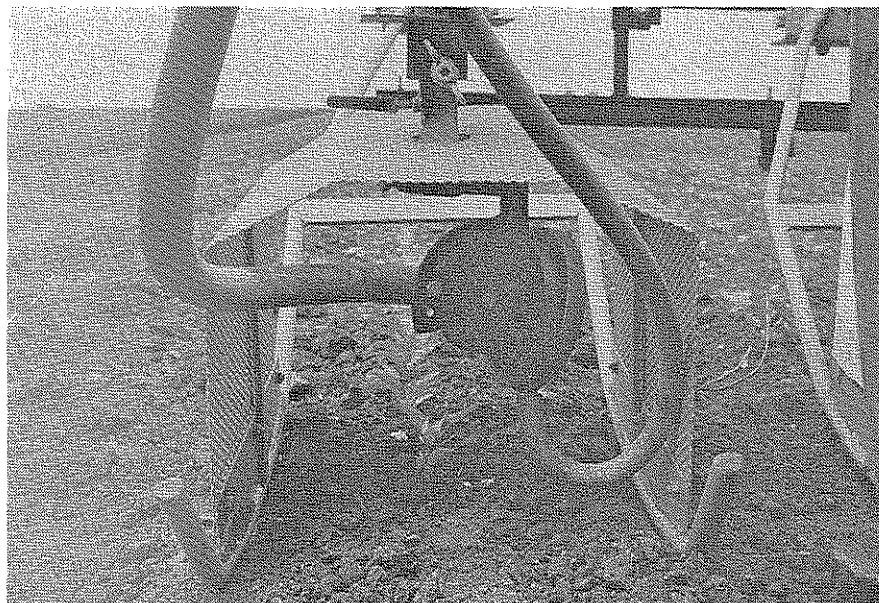
Bild 2.

Fläkt, med vars hjälp  
den luftturbindrivna  
centrifugalspridaren  
drevs.



Bild 3.

Luftturbindriven  
centrifugalspridare i  
arbetsläge. Fotograferad  
rakt bakifrån.





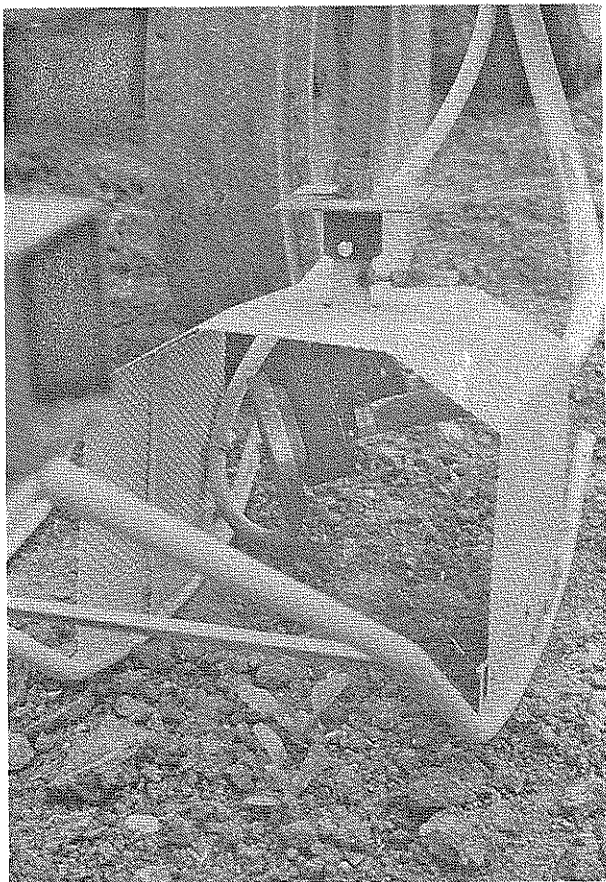


Bild 4. Luftturbindriven centrifugal-spridare i arbetsläge.



Bild 5. Girojet i arbetsläge. Fotograferad rakt framifrån.

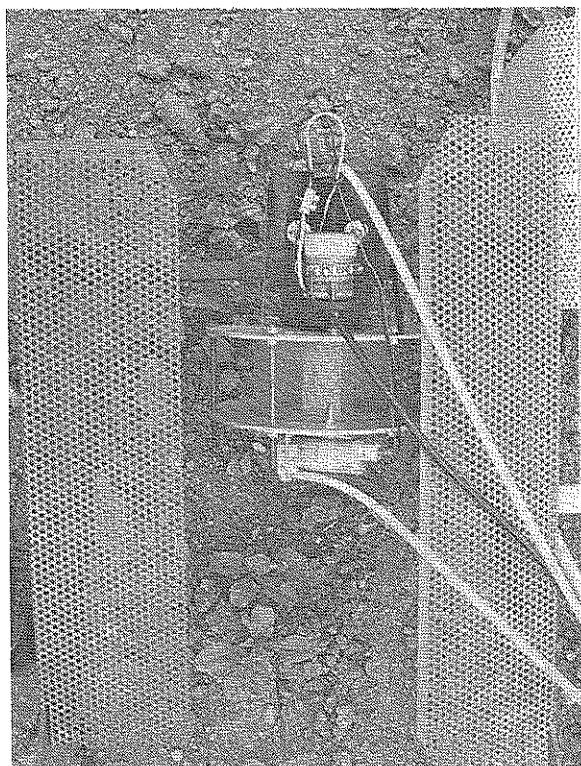


Bild 6. Micromax i arbetsläge. Fotograferad rakt uppifrån.  
Körriktning uppåt i bilden.

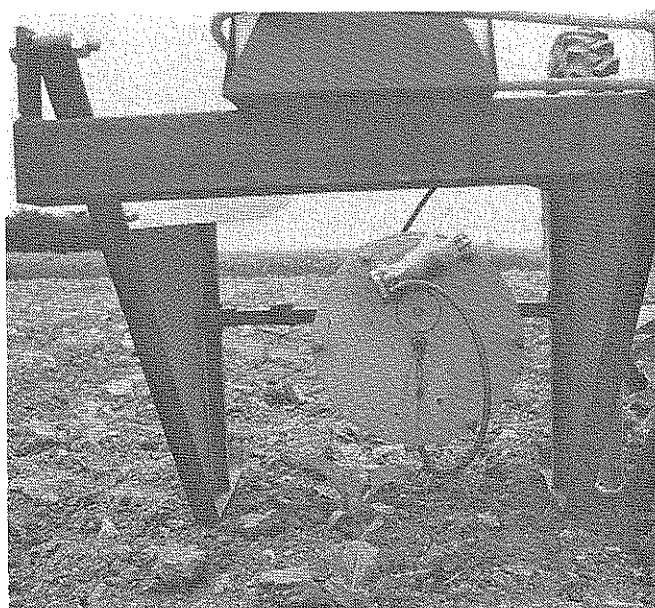
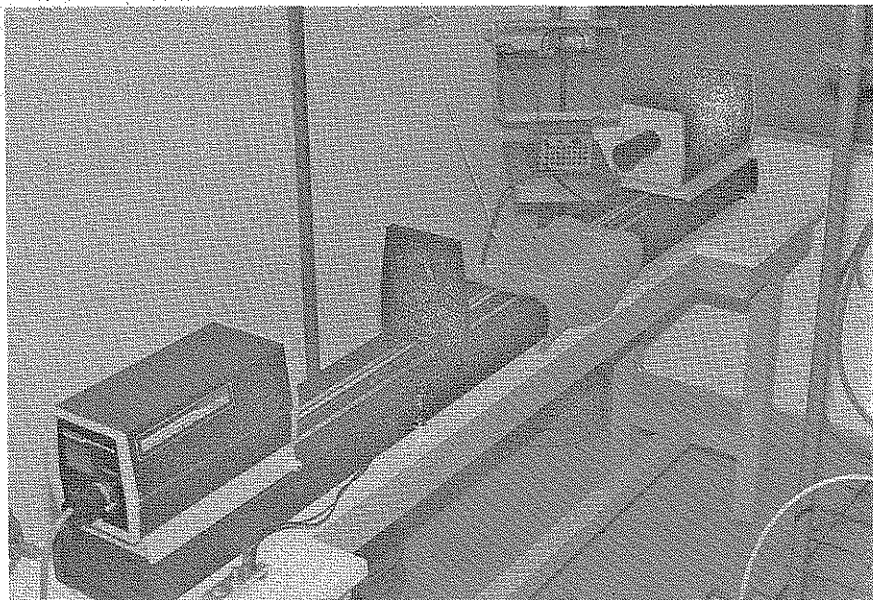


Bild 7. Micromax i arbetsläge. Fotograferad rakt framifrån.

Bild 8.



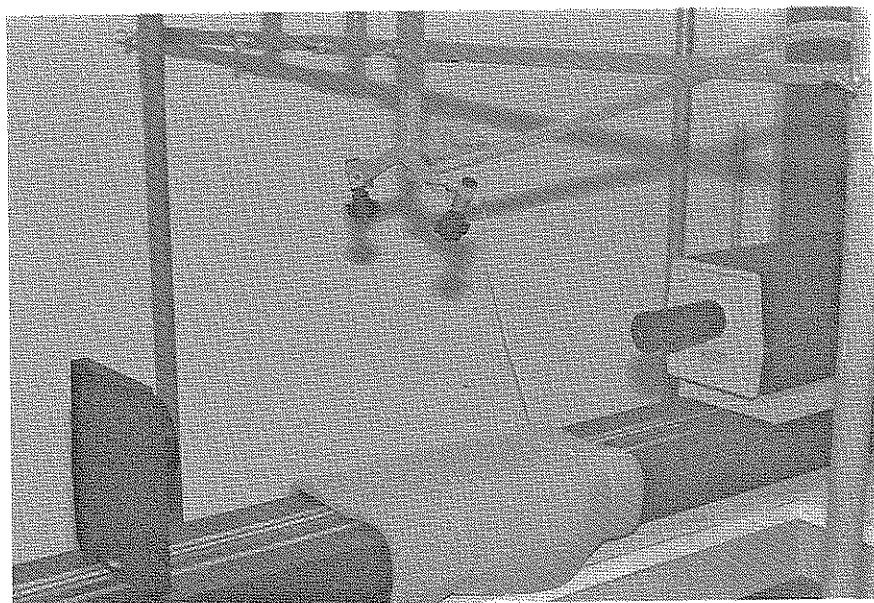
Dropstorleksanalysator;  
stänkskydd och övriga  
skydd avlägsnade. Till  
höger laserkällan, i  
mitten linshållare och  
till vänster mottagare.

Bild 9.



Till vänster skrivare  
och till höger dator  
med bildskärm, till-  
hörande instrumentet  
ovan.

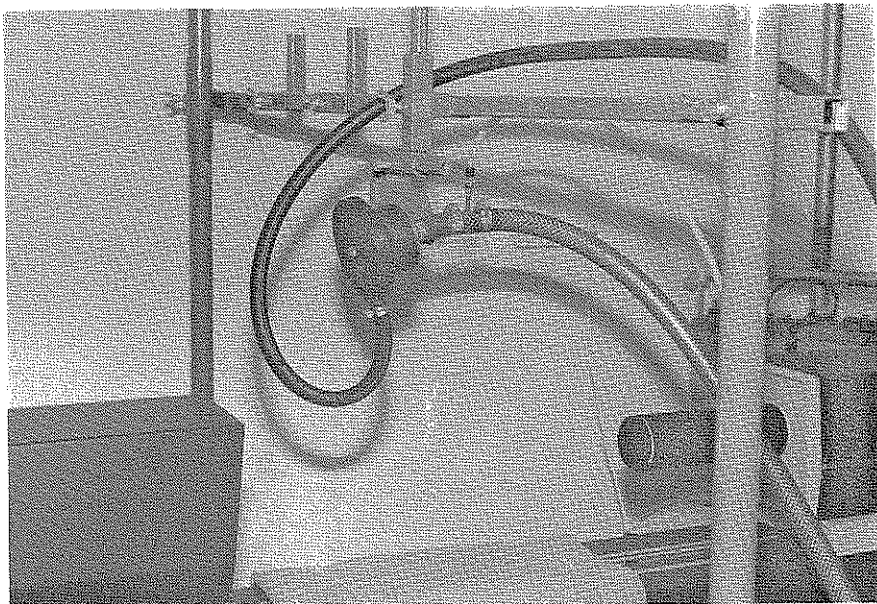
Bild 10.



SS 8001-E monterad i  
läge för mätning i den  
specialgjorda ställ-  
ningen.



Bild 11.



Luftturbindriven  
centrifugalspridare i  
läge för mätning. Rutig  
slang = slang för driv-  
luft i vilken vätska  
matas in från vit  
slang. Svart slang =  
luftförsörjning till  
ejektorn.

Bild 12.

Som ovan på nära håll.

